

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. Ломоносова**

ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И КИБЕРНЕТИКИ

**VII Международная
научно-практическая конференция**

**Современные
информационные технологии
и ИТ-образование**

СБОРНИК ИЗБРАННЫХ ТРУДОВ

**Под редакцией
проф. В.А. Сухомлина**

**Москва
2012**

УДК [004:377/378](063)
ББК 74.5(0)я431+74.6(0)я431+32.81(0)я431
С 56



*Издание осуществлено при финансовой
поддержке
Российского фонда фундаментальных
исследований
(проект № 12-07-06081_г)*

Печатается по решению редакционно-издательского отдела факультета
Вычислительной математики и кибернетики Московского государственного
университета имени М.В. Ломоносова

Рецензенты:

профессор, д.ф.-м.н. А. Н. Томилин
профессор, д.ф.-м.н. Л. А. Калининченко

С56

Современные информационные технологии и ИТ-образование /
Сборник избранных трудов VII Международной научно-практической
конференции. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. - М.: ИНТУИТ.РУ, 2012. - 1050с. -
ISBN 978-5-9556-0140-3

В сборник трудов включены доклады VII Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование», прошедшей в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова 9-11 ноября 2012 г. Целью конференции являлась интеграция усилий университетов, науки, индустрии и бизнеса в развитии национальной системы ИТ-образования. Материалы сборника предназначены для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, интересующихся проблемами ИТ-образования, теоретическими, методическими и прикладными вопросами в области информационных технологий.

Издание сборника поддержано Фондом содействия развитию интернет-медиа, ИТ-образования, человеческого потенциала «Лига интернет-медиа».

УДК [004:377/378](063)
ББК 74.5(0)я431+74.6(0)я431+32.81(0)я431

© Факультет ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова

ISBN 978-5-9556-0140-3

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

Тихомиров В.П.

Научный руководитель МЭСИ, д.э.н., профессор
Московский Государственный Университет Экономики, Статистики и
Информатики (МЭСИ)

От электронного обучения к Smart –Университету

Оценивая состояние развития национальных образовательных систем в развитых и развивающихся странах, нельзя не заметить, что даже у самых консервативных университетов не осталось возможности выбора между традиционной системой обучения и системой обучения, построенной на E.Learning. Именно комплексное использование E.Learning университетами формирует их авторитет среди студентов и общества в целом. Сегодня вполне справедливо утверждение, что больше не существует Learning без E.Learning.

В мире существует и постоянно возрастает число виртуальных университетов, не использующих в процессе обучения твердые копии уже более десяти лет, и количество студентов в этих университетах сравнимо с количеством студентов в классических университетах.

После того, как по степени удовлетворенности студентов качеством образования в университетах Великобритании Британский Открытый Университет занял лидирующие позиции, в основном прекратились дискуссии относительно выбора традиционной формы обучения или E.Learning по параметрам качества образования.

В аналитическом отчете Департамента образования США за 2011 г. сообщается, что около 70% американских студентов постоянно используют электронные курсы в процессе обучения.

Важной отличительной особенностью современного этапа развития общества является то, что формирование информационного общества вступило в фазу полного или почти полного насыщения информационно-коммуникационными технологиями в объемах, соответствующих ожиданиям в начальной фазе развития. Новые коммуникационные технологии привели к зарождению нового мира, а также к серьезной переоценке ценностей и потребностей современного рынка. Знания сегодня являются товаром, который с каждым днем востребован все больше и больше. Сейчас недостаточно просто знать, надо постоянно актуализировать свои знания, так как скорость их появления является колоссальной – они удваиваются каждые 72 часа. Причем, в эпоху информационного общества это связано, в основном, с внедрением новых технологий, таких как web 2.0, которые, в свою очередь, являются ключевым фактором создания, использования и доставки актуальных знаний до потребителей.

Большинство современных развитых стран продвигает концепцию Smart в рамках развития не только системы образования, но и всей экономики в целом. В основе данной концепции лежат три основные идеи:

- *мобильный доступ* – возможность получения всех видов цифровых услуг в любой точке мира, при этом данные сервисы должны быть ориентированы на каждого пользователя индивидуально;
- *создание новых знаний* – ни одна страна не сможет развиваться без постоянного «снабжения» новыми знаниями, ведь именно новые знания являются двигателем в процессе модернизации национальной экономики;
- *создание Smart окружения*, т.к. отдельные сервисы и технологические разработки достигли того уровня совершенства, когда ИКТ-среда практически идентична естественному интеллекту. Именно среда Smart позволяет стимулировать появление подобных разработок и служит одной из основных идей, на которых базируется идея Smart-образования.

Сейчас все чаще обсуждается необходимость создания новых измерений в развитии стран и народов, формирования новых параметров и методик для сравнения стран и анализа их развития. На повестку дня была выдвинута идея о втором цифровом разрыве. Как известно, содержание первого цифрового разрыва заключалось в методическом и инструментальном обеспечении оценки технологического уровня стран в развитии информационного общества: развитие ИТ индустрии, степень охвата Интернетом, пропускная способность Интернета, квалификация ИТ пользователей и т.д. Первый цифровой разрыв позволял оценить положение стран, народов, континентов по насыщению электронными технологиями, в основном это были количественные оценки. Существовала следующая зависимость: страны, обладающие большим количеством технологий, получают большее развитие.

Во втором цифровом разрыве возникли новые акценты. Большое число функций человека были переданы машине, сам же человек сосредоточил свое внимание на креативности, на саморазвитии. Возник вопрос, какой новый эффект, новую эффективность получают люди с помощью этих новых технологий и их возможностей? Допустим, мы научились переводить учебники в электронный формат. Но что именно это дает преподавателю и студенту? Философия второго цифрового разрыва включает получение нового эффекта. Использование информационно-коммуникационных технологий начинает эффективно коррелироваться с новой мотивацией и вовлеченностью людей в использование всего технологического многообразия. Знания становятся открытыми и доступными большому числу людей (блоги, открытые образовательные ресурсы). Активное использование новых знаний, размещаемых в открытых образовательных ресурсах, - принципиальная позиция второго

цифрового разрыва.

Наряду с понятием «Умная экономика» возникает понятие «Умная жизнь». В какой-то мере данные понятия пересекаются, однако второе больше соотносится не с уровнем модернизации экономики страны, а с условиями, в которых живет население. Большинство стран, таких как, например, Корея или Ирландия, на 100% реализовали данную концепцию. Свои идеи в отношении развития данной концепции они отражают в соответствующих документах. Например, в Ирландии утвержден документ: «Building Ireland Smart Economy», и при необходимости каждый желающий может ознакомиться с ним.

Трансформация сфер экономики на пути к концепции Smart представляет собой цепочку, в которой переход в одной из сфер от одного этапа к другому влечет за собой развитие и в других областях. На сегодняшний день для большинства людей уже стали нормальными такие понятия, как e-money или e-commerce, однако на текущий момент они уже являются устаревшими, так как развитие не стоит на месте и данные области уже давно развиваются в соответствии с концепцией Smart. К примеру, «e-money» трансформировались в Smart money, а именно, появились новые платежные системы, позволяющие работать с финансами в любой точке мира и в индивидуальных условиях. Трансформация затронула и сферу образования. Во многих странах понятие «Smart education» уже является стандартом де факто.

В чем же заключается основная идея Smart education? Для ответа на данный вопрос необходимо рассмотреть процесс развития подходов к образованию. Условно его можно разделить на три этапа и рассмотреть в разрезе пяти видений, таких как знания, технологии, преподавание, учитель и бизнес. «Вчера» единственным источником знаний для студента был преподаватель, при этом почерпнуть новые знания студент не мог нигде кроме, как в аудитории или в книге, которую ему посоветовал тот же преподаватель.

«Сегодня» знания передаются не только от преподавателя к студенту, но и между студентами, что позволяет создавать новый уровень знаний. В свою очередь активно начинают применяться образовательные технологии и преподаватели могут нести знания не только в аудитории. Бизнесу необходимы специалисты, подготовленные к жизни в обществе знаний.

Сегодня главным источником знания для студента становится Интернет, технологии индивидуально ориентированы и направлены на создание новых знаний. Процесс преподавания предполагает движение знаниевых объектов в любых направлениях от студента к преподавателю и обратно, от студента к студенту и т.д. Выпускник становится не просто специалистом в своей области, он сможет вливаться в бизнес-среду в качестве партнера или предпринимателя.

Можно также сказать, что Smart education — это гибкое обучение в интерактивной образовательной среде с помощью контента со всего мира,

находящегося в свободном доступе. Ключ к пониманию smart-education – широкая доступность знаний, расширение границ обучения, причем не только с точки зрения количества обучаемых, но и с точки зрения временных и пространственных показателей: Обучение становится доступным везде и всегда.

Переход к Smart education ведет к изменению традиционной системы образования. В основе данной схемы должна лежать система мотивации, ведь именно мотивированный преподаватель будет создавать наиболее актуальные знания и активно участвовать в процессе развития дисциплины. Причем данный процесс должен носить не локальный, а распределенный характер, за счет чего к созданию новых знаний можно привлекать наибольшее число преподавателей, образующих своего рода сообщество.

Реализация данной концепции в рамках МЭСИ и международного консорциума «Электронный университет» позволяет совместно разрабатывать учебный материал для ведущих российских вузов, используя распределенную технологическую базу информационных центров дисциплин. В университете создана развитая технологическая база на базе MS SharePoint, проводятся регулярные программы повышения квалификации персонала и преподавателей, касающиеся развития навыков работы в информационных средах, ведется поддержка открытых сервисов для эффективной сетевой разработки контента распределенной кафедры. В будущем развитие рассматриваемой концепции возможно за счет совместной разработки и использования общего репозитория учебного контента вузами — проект «электронного породнения» вузов на базе технологий Smart Education. Преимущества такого подхода очевидны: преподавателю вуза не приходится самостоятельно создавать учебный контент с нуля: используя общий репозиторий, ему достаточно только актуализировать материал при работе с ним. Использование технологий Smart Education дает возможность объективно формировать модель компетенций, предъявляемых со стороны работодателя к студенту-выпускнику вуза, во много раз упрощается создание специальных учебных программ, семинаров и мастер-классов, то есть, по сути, происходит персонификация образования.

Пятнадцатилетний опыт успешного применения E.Learning в МЭСИ позволяет с уверенностью сделать следующий шаг в своем развитии, шаг в направлении создания Smart-университета.

Кореньков В.В.

заместитель директора Лаборатории информационных технологий ОИЯИ,
заведующий кафедрой распределённых информационных
вычислительных систем Международного университета «Дубна»

Распределенная система для обработки, хранения и анализа экспериментальных данных Большого адронного коллайдера

Развитие исследований в физике высоких энергий, астрофизике, биологии, науках о Земле и других научных отраслях требует совместной работы многих организаций по обработке большого объема данных в относительно короткие сроки. Для этого необходимы географически распределенные вычислительные системы способные передавать и принимать данные порядка сотен терабайт в сутки, одновременно обрабатывать сотни тысяч задач и долговременно хранить сотни петабайт данных.

Современные грид-инфраструктуры обеспечивают интеграцию аппаратных и программных ресурсов, находящихся в разных организациях в масштабах стран, регионов, континентов в единую вычислительную среду, позволяющую решать задачи по обработке сверхбольших объемов данных, чего в настоящее время невозможно достичь в локальных вычислительных центрах.

Грид предлагает технологию доступа к общим ресурсам и службам в рамках виртуальных организаций. Виртуальная организация (VO) – совокупность организаций, объединённых для решения проблем в режиме скоординированного распределения своих ресурсов [1].

Наиболее впечатляющие результаты по организации глобальной инфраструктуры распределенных вычислений получены в проекте WLCG (Worldwide LHC Computing Grid или Всемирный грид для Большого адронного коллайдера) в ЦЕРН при обработке данных с экспериментов на LHC (Large Hadron Collider) или БАК (Большой адронный коллайдер) [2,3,4].

На семинаре 4 июля 2012 года, посвященном наблюдению бозона Хигса, директор ЦЕРН Р.Хойер дал высокую оценку грид-технологиям и их значимости для мировой науки. Без организации грид-инфраструктуры на LHC было бы невозможно обрабатывать и хранить колоссальный объем данных, поступающих с коллайдера, и совершать научные открытия. Сегодня уже ни один крупный научный проект не осуществим без использования распределенной инфраструктуры для обработки данных [15].

В 2004 году начался масштабный европейский проект развертывания грид-систем для научных исследований – EGEE (Enabling Grids for E-science in Europe). Главная цель проекта EGEE – создание грид-инфраструктуры

промышленного уровня, предназначенной для работы пользователей, представляющих самые разные направления деятельности. Эта инфраструктура объединяет существующие национальные, региональные и тематические инициативы в области грид-технологий для интеграции ресурсов, сервисов.

Такая инфраструктура, основанная на Грид-технологиях, упрощает сотрудничество между географически распределёнными сообществами и позволяет им совместно пользоваться компьютерными ресурсами и данными.

Для обеспечения полномасштабного участия России в европейском проекте EGEE был образован консорциум РДИГ (Российский Грид для интенсивных операций с данными – Russian Data Intensive Grid, RDIG), в рамках которого было организовано выполнение работ по этому проекту. Это способствовало созданию и развитию российского сегмента грид-инфраструктуры EGEE, который стал пионерским проектом в развитии грид-технологий в России [5,6].

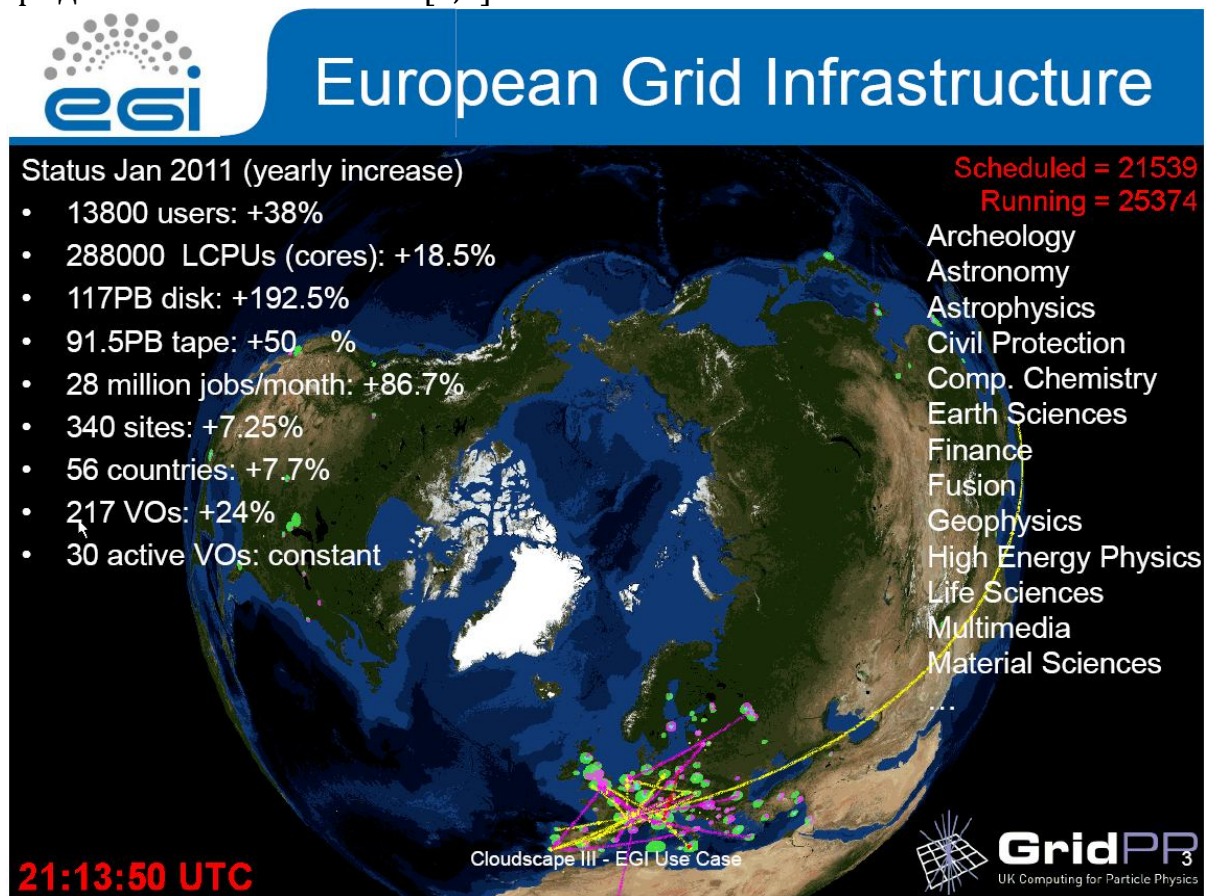


Рис. 1. Параметры ресурсов и направления решаемых задач в Европейской грид-инфраструктуре (EGI)

В 2010 году проект EGEE завершился и развитие грид-технологий в Европе продолжается в рамках проекта EGI (Европейская грид инициатива), основой которого является координация и интеграция развития национальных грид-инфраструктур. Во многих развитых странах мира

созданы и эффективно функционируют национальные грид-инфраструктуры (NGI), которые объединяются в глобальные системы распределённых вычислений. На рис. 1 указаны параметры и характеристики ресурсов европейской грид-инфраструктуры (EGI), а также направления решаемых задач. Ресурсы европейской грид-инфраструктуры используются для решения задач биоинформатики и медицины, наук о земле и квантовой химии, нанотехнологий и астрофизики, финансового анализа и мультимедиа.

Эта инфраструктура активно используется для хранения, обработки и анализа данных экспериментов на Большом адронном коллайдере (LHC).

1. Грид-инфраструктура для обработки и хранения данных Большого адронного коллайдера (WLCG)

В 1998 году в рамках проекта MONARC (**M**odels of **N**etworked **A**nalysis at **R**egional **C**entres for LHC **E**xperiments) разрабатывалась модель компьютеринга для экспериментов на LHC [2]. Под компьютерингом понимается применение средств вычислительной техники и систем связи для организации сбора, хранения, обработки информации в научных исследованиях. Задача организации компьютеринга была очень сложной, поскольку требовалось:

- обеспечить быстрый доступ к массивам данных колоссального объема;
- обеспечить прозрачный доступ к географически распределенным ресурсам;
- создать протяженную надежную сетевую инфраструктуру в гетерогенной среде.

Была разработана базовая модель компьютеринга для экспериментов LHC как иерархическая централизованная структура региональных центров, включающая в себя центры нескольких уровней. Суть распределенной модели компьютеринга состоит в том, что весь объем информации с детекторов LHC после обработки в реальном времени и первичной реконструкции (восстановления треков частиц, их импульсов и других характеристик из хаотического набора сигналов от различных регистрирующих систем) должен направляться для дальнейшей обработки и анализа в региональные центры разных уровней (Tier's):

Tier0 (CERN) => Tier1 => Tier2 => Tier3 => компьютеры пользователей

Уровни различаются по масштабу ресурсов (сетевые, вычислительные, дисковые, архивные) и по выполняемым функциям:

Tier0 (ЦЕРН) - первичная реконструкция событий, калибровка, хранение копий полных баз данных

Tier1 - полная реконструкция событий, хранение актуальных баз данных по событиям, создание и хранение наборов анализируемых событий, моделирование, анализ

Tier2 - репликация и хранение наборов анализируемых событий,

моделирование, анализ

В рамках этого проекта были проработаны требования к ресурсам и функции региональных центров уровней Tier0, Tier1, Tier2. Разработанная модель была реализована и успешно функционирует с момента запуска Большого адронного коллайдера в 2009 году. Ежегодно собираются и обрабатываются данные объемом в десятки и даже сотни петабайт.

В настоящее время проект WLCG объединяет более 150 грид-сайтов, более 300000 ЦПУ, более 250 Пбайт систем хранения данных на дисках и ленточных роботах. С начала 2012 года до начала октября на грид-инфраструктуре WLCG было выполнено около 500 миллионов задач обработки и анализа данных с экспериментов ЛНС, которые использовали более 12 миллиардов часов процессорного времени в единицах HEPSpec06. Информация о работе грид-инфраструктуры доступна на Web-портале [13].

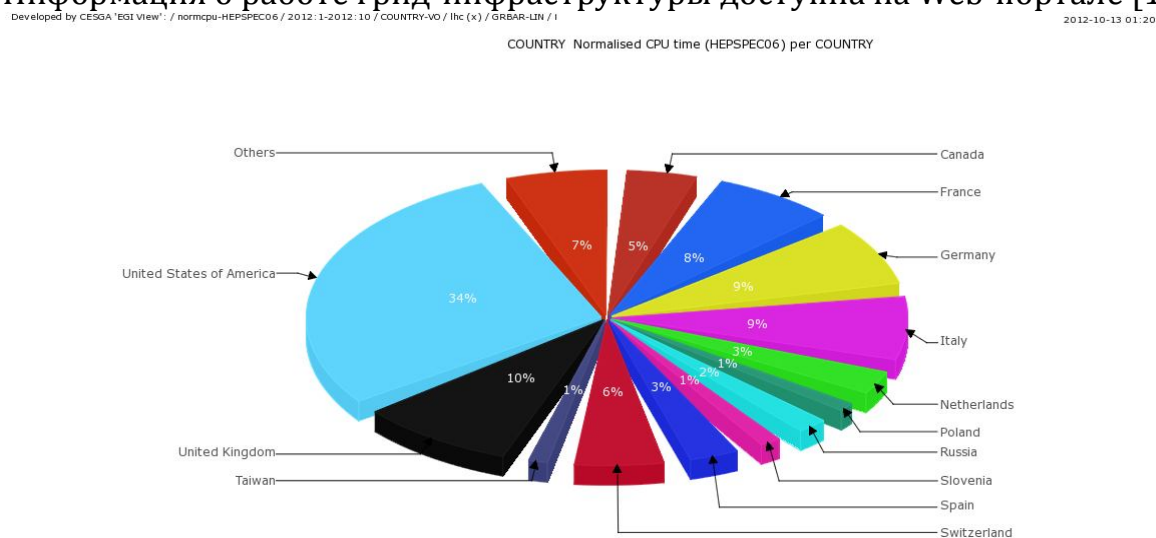


Рис. 2. Распределение процессорного времени проекта WLCG по странам за 2012 год с января до начала октября

На рис.2 показано распределение процессорного времени по странам WLCG, в котором: США - 34%, Великобритания - 10%, Германия и Италия - по 9%, Франция - 8%, Швейцария - 6%, Канада - 5%, Испания и Нидерланды по 3%, Россия - 2 %.

На российских грид-сайтах, участвующих в обработке и анализе данных экспериментов на ЛНС [6,7,13,14] за 2012 год (с января до начала октября) выполнено около 16 миллионов задач, которые использовали более 250 миллионов часов процессорного времени в единицах HEPSpec06 (из них в ресурсном центре ОИЯИ около 120 миллионов часов, что составляет 47%). На рис. 2 приведена статистика по российским центрам.

2. Архитектура и схема функционирования грид-сайта ОИЯИ

Ресурсный центр Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) является крупнейшим в России (РДИГ) центром в составе

глобальной грид-инфраструктуры WLCG/EGEE/EGI, который обеспечивает поддержку виртуальных организаций крупнейших международных проектов, в том числе экспериментов на LHC [7,12,14].

Developed by CESSGA/EGI View: / normcpu-HEPSPEC06 / 2012:1-2012:10 / SITE-VO / lhc(x) / GRBAR-LIN / 1

2012-10-13 01:20

Russia Normalised CPU time (HEPSPEC06) per SITE

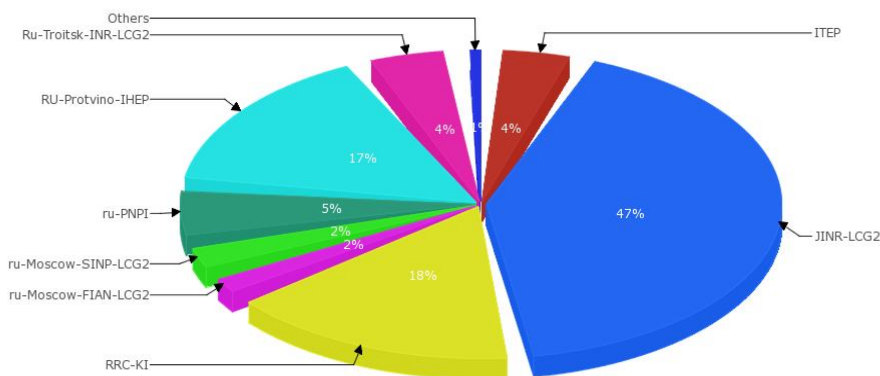


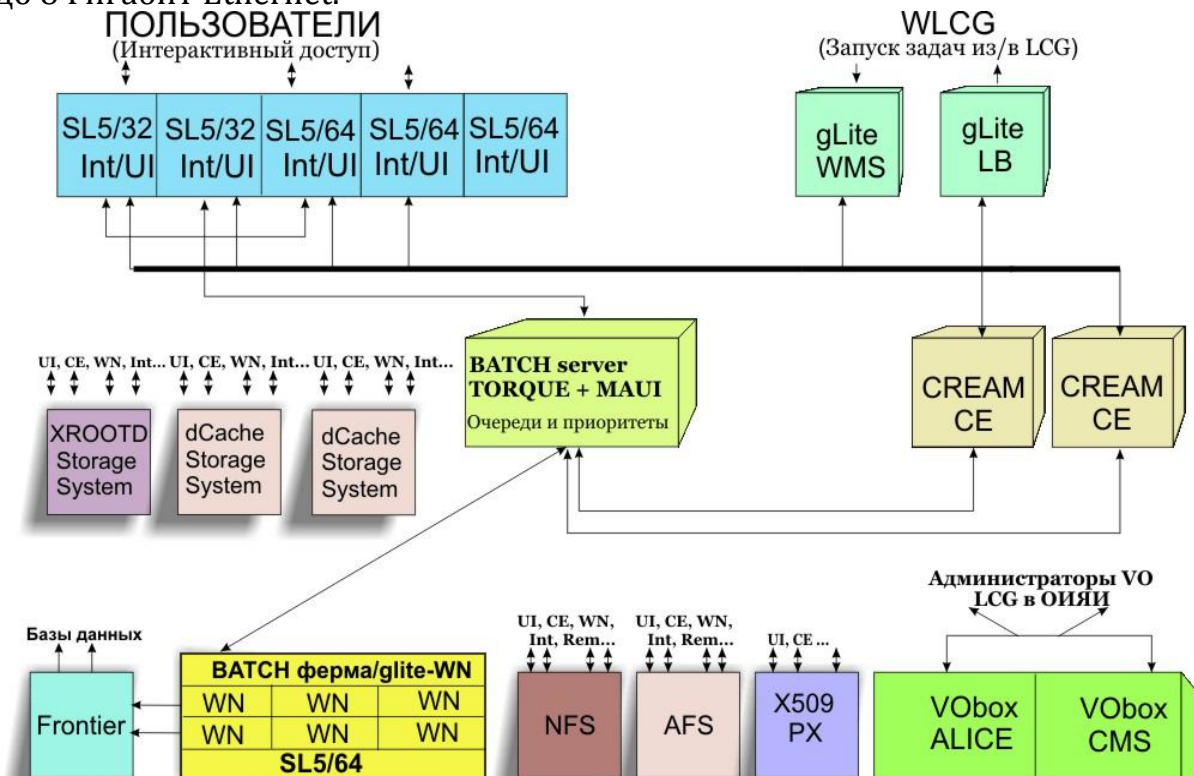
Рис. 3. Распределение процессорного времени проекта WLCG среди российских ресурсных центров за 2012 год: ОИЯИ (Дубна) – 47%, НИЦ «Курчатовский институт» - 18%, ИФВЭ (Протвино) -17%, ПИЯФ (Гатчина) – 5%, ИТЭФ и ИЯИ (Троицк) – по 4%, НИИЯФ МГУ и ФИАН – по 2%

Ядром этой инфраструктуры является Центральный информационно - вычислительный комплекс (ЦИВК) ОИЯИ, который базируется на распределенной модели хранения и обработки данных. ЦИВК ОИЯИ организован как единый информационно-вычислительный ресурс, предназначенный для обеспечения всех пользователей ОИЯИ (в том числе пользователей параллельных вычислений) и пользователей виртуальных организаций грид-инфраструктуры. В настоящее время вычислительный комплекс ЦИВК состоит из 2582 64-х битных процессоров и системы хранения данных общей емкостью 1800 Тбайт. Вычислительные ресурсы и ресурсы для хранения данных используются как локальными пользователями ОИЯИ, так и пользователями международных проектов распределенных вычислений, в первую очередь экспериментов на Большом адронном коллайдере (ATLAS, CMS, ALICE).

Основной системой хранения больших объемов информации служит аппаратно-программный комплекс dCache. Несколько объединений пользователей нашего центра используют систему доступа к удаленной информации XROOTD. Созданные средства мониторинга помогают решать задачу эффективного использования системы хранения и балансировки нагрузки на дисковые пулы.

Большую роль в эффективности функционирования

вычислительного комплекса играет правильно организованная сетевая инфраструктура, соединяющая управляющие серверы, вычислительную систему и систему хранения информации. В ОИЯИ центральный маршрутизатор сети ресурсного центра соединен с основным граничным маршрутизатором сети ОИЯИ на скорости 10 Гигабит Ethernet. Для обеспечения высокой пропускной способности локальной сети и минимального времени доступа к данным и файлам применяется агрегирование нескольких соединений 1 Гигабит Ethernet в единый виртуальный канал (TRUNK) с увеличенной пропускной способностью от 4 до 8 Гигабит Ethernet.



ЦИВК. Вычислительные ресурсы, доступ и поддержка функционирования

Рис. 4. Структурная схема вычислительного комплекса ОИЯИ:

вычислительные ресурсы, доступ и поддержка функционирования.

На рис. 4 приведена архитектура основных компонент вычислительного комплекса ОИЯИ и общая схема их взаимодействия. Представлены важнейшие компоненты, обеспечивающие работу локальных пользователей, включая пользователей параллельных вычислений, так и пользователей виртуальных организаций глобальной грид-инфраструктуры. Легко видеть, что все вычислительные узлы доступны и пользователям ОИЯИ, и пользователям грид через единую систему пакетной обработки заданий - batch.

Большое внимание уделяется эффективности функционирования грид-сайта ОИЯИ, включая показатели надежности и доступности, которые в этом году достигли 99%.

Грид-сайт ОИЯИ является ресурсным центром уровня Tier2 и входит в десятку лучших ресурсных центров этого уровня в мире и делит 3-4 место в Европе. На рис. 5 представлен рейтинг европейских грид-сайтов уровня Tier2 за период с ноября 2011 года по август 2012 года.



Рис. 5. Рейтинг европейских грид-сайтов уровня Tier2 инфраструктуры WLCG

3. Участие ОИЯИ в развитии грид-технологий

Сотрудники ОИЯИ принимают активное участие в развитии систем грид-мониторинга и управления распределенными хранилищами данных. Представлены наиболее значимые проекты в этом направлении.

3.1. Система мониторинга сервиса передачи файлов FTS

Была разработана системы мониторинга сервиса передачи файлов FTS [8]. Интерфейс системы состоит из нескольких модулей. У пользователей есть возможность начать свою работу с системой непосредственно из интересующего его модуля, либо с главной страницы, на которой представлены общие отчеты, позволяющие определить состояние сервиса и возможные источники проблем. Система предоставляет возможности получения широкого спектра отчетов, рейтингов, статистических выкладок и определения коэффициента корреляции для пары ошибок. Практически все отчеты системы мониторинга сервиса передачи данных снабжены перекрестными ссылками, что очень удобно для детализации результатов. В системе реализован механизм оповещения при сбоях, позволяющий администратору сервиса создать свои собственные наборы правил (триггеры), при срабатывании которых будут выполнены определенные действия (отправлены сообщения посредством web-интерфейса, электронной почты, коротких сообщений sms и т.д.). Триггеры можно создавать для каналов передачи, грид-сайтов, хостов и виртуальных организаций. Реализованы три типа триггеров: (1) при превышении числа ошибок определенного уровня, (2) при изменении уровня ошибок более, чем на заданную величину и (3) при превышении процента неудачных передач определенного уровня. Если пользователь работает с триггерами

типа 1 и 2, то он может указать идентификационный номер определенной ошибки, чтобы отслеживать только ее развитие.

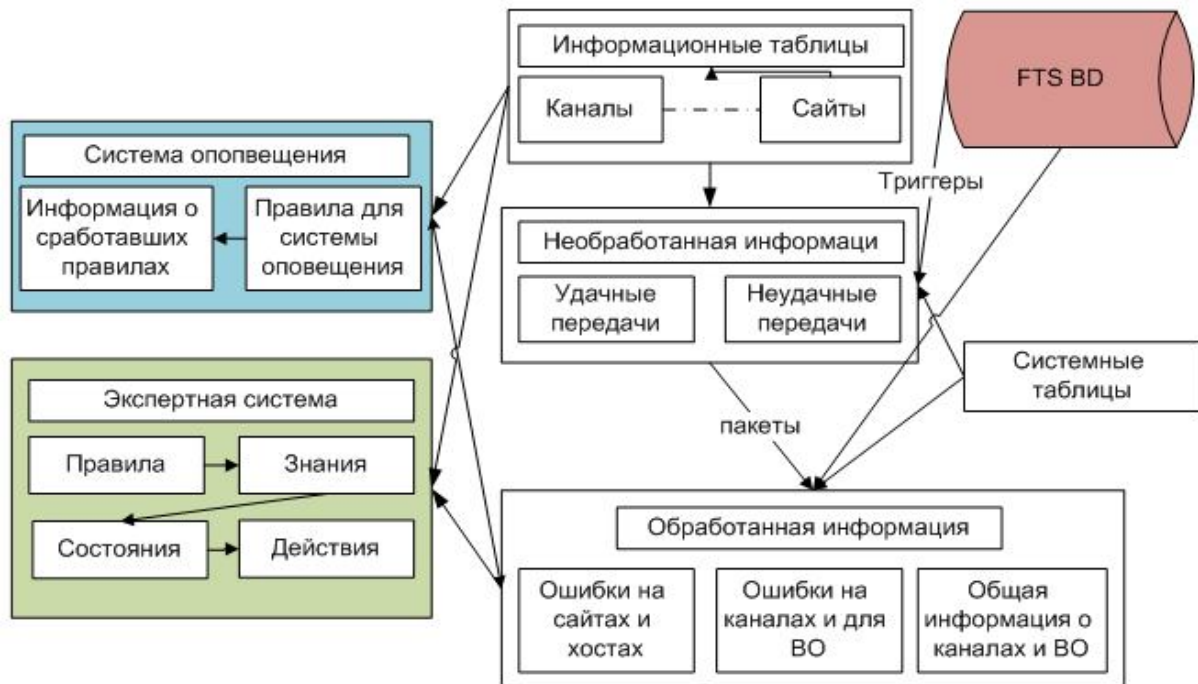


Рис. 6. Модель данных системы мониторинга FTS

При работе с каналами, грид-сайтами и хостами, пользователь может указать виртуальную организацию для получения необходимых параметров. Информация о срабатывании триггера может быть получена из специальной таблицы, что существенно упрощает использование механизма оповещений. Благодаря механизму оповещений значительно упрощается работа администраторов сервиса. На рис. 6 представлена модель данных системы мониторинга сервиса FTS

Предоставляется следующая информация о каналах передачи данных сервиса FTS с детализацией по грид-сайтам и виртуальным организациям (выдаваемая информация относится к выбранному пользователем промежутку времени):

- количество передач файлов;
- абсолютное и относительное число успешных и неуспешных передач;
- выявленные причины возникающих ошибок (несколько первых в цепочке) и их количественное соотношение в общем числе ошибок;
- средний размер переданных файлов;
- среднее время передачи;
- средняя скорость передачи данных в канале;
- объем переданных и полученных данных.

3.2. Развитие системы управления распределенными данными эксперимента ATLAS

Система управления распределенными данными DQ2 коллаборации ATLAS отвечает за репликацию, доступ и учет данных на распределенных

грид-сайтах, обеспечивающих обработку данных коллаборации. Она также реализует политику управления данными, определенную в вычислительной модели ATLAS.

В 2010 году возникла необходимость разработать новую архитектуру сервиса удаления данных для обеспечения целостности распределенного хранения информации эксперимента ATLAS. Сервис удаления данных один из основных сервисов DQ2. Этот распределенный сервис взаимодействует с различным промежуточным программным обеспечением грид и DQ2 каталогами для обслуживания запросов на удаление [9]. Кроме того, сервис организует балансировку нагрузки, обеспечивая масштабируемость и отказоустойчивость системы DQ2, корректную обработку исключений, возникающих в процессе работы, стратегию повтора операций в случае возникновения отказов. Разработка включала построение нового интерфейса между компонентами сервиса удаления (основанного на технологии веб-сервисов), создание новой схемы базы данных, перестройку ядра сервиса, разработку интерфейсов с системами массового хранения, и развитие системы мониторинга работы сервиса. Сервис разработан, внедрен и поддерживается сотрудниками ОИЯИ. Данные эксперимента ATLAS распределены на более 100 грид-сайтах с общим объемом дискового пространства более 150 петабайт, в котором хранятся сотни миллионов файлов. Недельный объем удаляемых данных составляет 2 Пб (20 000 000 файлов). Созданный сервис обеспечивает целостность хранения информации в географически распределенной среде.

3.3. Система мониторинга центров уровня Tier3 для анализа данных.

Для анализа данных экспериментов LHC стали использоваться разнообразные вычислительные ресурсы (серверы, кластеры, суперкомпьютеры) центров уровня Tier3, которые находятся вне централизованного управления и планирования и на которые не распространяются какие-либо единые требования, касающиеся технических решений. Для этих центров характерно большое разнообразие систем хранения данных и систем пакетной обработки задач. Было выполнено исследование центров уровня Tier3 для систематизации и обеспечения средств интеграции с центрами уровня Tier2. В результате этого исследования было выявлено около 40 различных вариантов конфигураций программно-аппаратных комплексов Tier3. Необходимо было реализовать все варианты комплексов Tier3 для создания дистрибутивов и внедрения системы локального мониторинга для сбора информации о функционировании каждого Tier3 центра [10,11]. Для этой цели в ОИЯИ была разработана архитектура тестовой инфраструктуры на базе виртуальных кластеров, что позволило промоделировать все возможные на данный момент конфигурации Tier3 центров и выработать рекомендации по системе сбора информации для глобального мониторинга Tier3-центров.

Проект глобального мониторинга Tier3 центров (T3mon) направлен на разработку программного комплекса для мониторинга Tier3 сайтов, как с точки зрения локального администратора сайта, так и с точки зрения администратора виртуальной организации ATLAS.

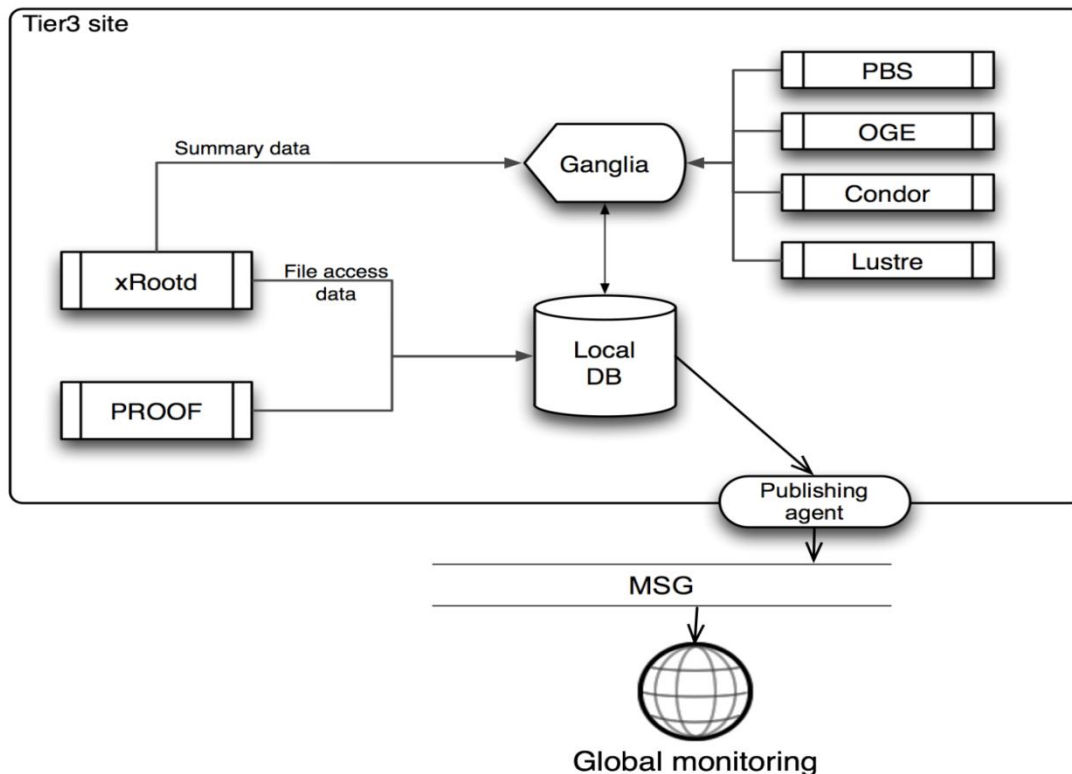


Рис. 7. Схема функционирования основных вариантов Tier3 центров и их взаимодействие с системой глобального мониторинга

Реализация этого проекта имеет огромное значение для координации работ в рамках виртуальной организации, так как обеспечивается глобальный взгляд на вклад Tier3 сайтов в вычислительный процесс. Схема функционирования основных вариантов Tier3 центров и их взаимодействие с системой глобального мониторинга представлена на рис. 7.

3.4. Глобальная система мониторинга передачи данных в инфраструктуре проекта WLCG.

В рамках совместного проекта РФФИ-ЦЕРН «Глобальная система мониторинга передачи данных в инфраструктуре проекта WLCG», разработан прототип универсальной системы мониторинга [14] передачи файлов, способной собирать подробную информацию:

- о каждой передаче файлов (около 1 Петабайта в день);
- независимо от метода осуществления передачи (несколько протоколов и сервисов передачи файлов, FTS, Xrootd);
- уровень ресурсного центра (Tier0, Tier1, Tier2, Tier3);

- принадлежности данных определенной виртуальной организации;
- передавать с высокой степенью надежности собранную информацию в центральное хранилище;
- обрабатывать собранные данные для предоставления различным потребителям;
- предоставлять пользовательские и программные интерфейсы для получения данных.

На рис. 8. представлена архитектура универсальной системы мониторинга передачи файлов в грид-среде проекта WLCG. Система позволяет полностью удовлетворить потребности в информации различных типов пользователей и администраторов инфраструктуры WLCG.

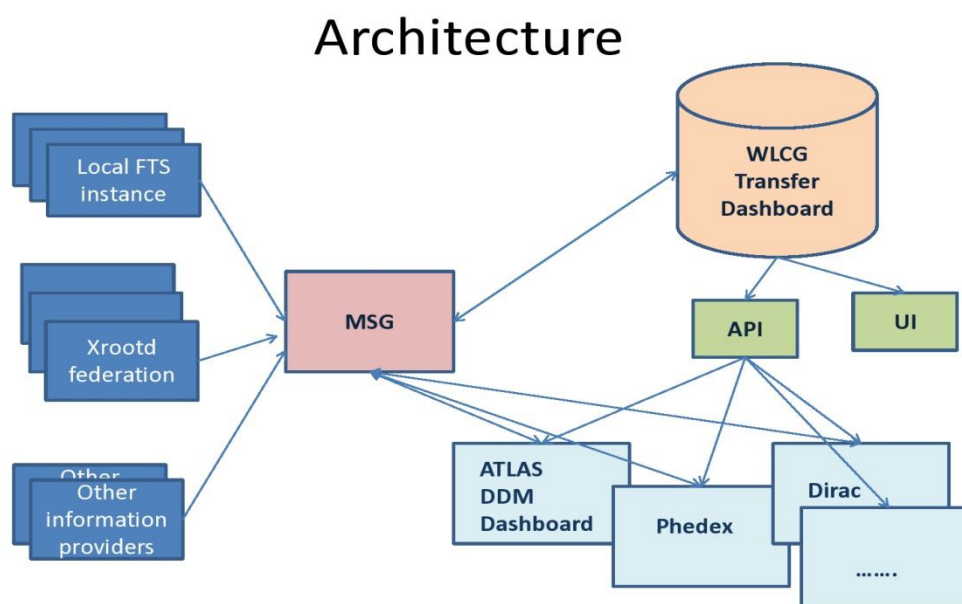


Рис. 8. Архитектура универсальной системы мониторинга передачи файлов

4. Эволюция модели компьютеринга и хранения данных БАК

В созданной иерархической инфраструктуре ресурсных центров разного уровня WLCG для экспериментов на LHC постоянно растут потоки передаваемых данных и количество заданий пользователей, что приводит к замедлению анализа данных. Это приводит к необходимости совершенствования модели компьютеринга в соответствии с требованиями со стороны виртуальных организаций и пользователей экспериментов на LHC.

Для обработки данных LHC требуется распределенное управление данными и поддержка очень высоких скоростей передачи огромных массивов данных. В этом направлении постоянно совершенствуются сервисы и программные продукты.

Происходит эволюция инфраструктуры и модели компьютеринга

экспериментов на БАК:

- переход от иерархической структуры к сетевой, а в идеале к полносвязной, где возможны связи между центрами всех уровней;
- развитие средств распределенного управления данными, поддержка очень высоких скоростей передачи огромных массивов данных;
- создание мощных и разнообразных центров уровня Tier3 для индивидуального анализа данных;
- развитие и применение средств виртуализации и облачных вычислений (проект «Helix Nebula – научное облако»)

Изменяется и модель размещения данных – осуществлен переход к концепции динамического размещения данных и созданию дополнительных их копий и удалению не используемых копий. Эволюция распределенной инфраструктуры и модели компьютеринга постоянно развивается в направлении конвергенции технологий.

В развитии модели компьютеринга на ЛНС большую роль играют российские центры, так как в 2011 году было принято решение о проведении подготовительных работ по созданию центра уровня Tier1 в России для обработки, хранения и анализа данных с Большого адронного коллайдера (БАК) на базе НИЦ КИ и ОИЯИ.

В настоящее время в рамках ФЦП Министерства образования и науки РФ финансируется проект «Создание автоматизированной системы обработки данных экспериментов на Большом адронном коллайдере (ЛНС) уровня Tier1 и обеспечения грид-сервисов для распределенного анализа этих данных».

28 сентября 2012 года на заседании Наблюдательного Совета проекта WLCG (грид-инфраструктура для экспериментов ЛНС) был принят план создания Tier1 в России.

В этом плане предусмотрено три основных этапа.

Первый этап (декабрь 2012 года) – создание прототипа Tier1 в НИЦ КИ и ОИЯИ.

Второй этап (ноябрь 2013 года) – установка оборудования для базового Tier1 центра, его тестирование и доведение до необходимых функциональных характеристик.

Третий этап (ноябрь 2014 года) – дооснащение этого комплекса и ввод в эксплуатацию полномасштабного Tier1 центра в России.

Реализация этого проекта существенно повысит уровень участия России в обработке, хранении и анализе данных Большого адронного коллайдера, а также создаст хорошие условия для создания распределенной инфраструктуры новых мегапроектов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Литература

1. Ian Foster and Carl Kesselman, "The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure," Morgan Kaufmann, 1999, <http://www.mkp.com/grids>
2. L. Robertson, J. Knobloch. LHC Computing Grid Technical Design Report.CERN-LHCC-2005-023.[Электронный ресурс]. 2005. : <http://cdsweb.cern.ch/record/840543/files/lhcc-2005-024.pdf>
3. Worldwide LHC Computing Grid <http://lcg.web.cern.ch>
4. Кореньков В., Тихоненко Е. Концепция GRID и компьютерные технологии в эру ЛHC // Физика элементарных частиц и атомного ядра, т. 32, вып.6, 2001, с.1458-1493.
5. Ильин В., Кореньков В., Солдатов А. Российский сегмент глобальной инфраструктуры LCG, Открытые системы // №1, 2003. С. 56-60.
6. В.Ильин, В.Кореньков. Компьютерная грид-инфраструктура коллаборации RDMS CMS// В глубь материи: физика XXI века глазами создателей экспериментального комплекса на Большом адронном коллайдере в Женеве. М: Этерна, 2009. С. 361-372.
7. V.Korenkov. GRID ACTIVITIES AT THE JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH // in Proc. of the 4th Intern. Conf. «Distributed Computing and Grid-Technologies in Science and Education, GRID-2010», ISBN 978-5-9530-0269-1, Dubna, 2010, p. 142-147.
8. В.Кореньков, А.Ужинский. Система мониторинга сервиса передачи данных (FTS) проекта EGEE/WLCG Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии, том 10, 2009. С.96-100.
9. D.Oleynik, A.Petrosyan, V.Garonne, S.Campana, ATLAS DQ2 Deletion Service, труды конференции CHER'2012, Нью-Йорк, США, 21-25 мая 2012.
10. Andreeva J., Benjamin D., Campana S., Klimentov A., Korenkov V., Oleynik D., Panitkin S., Petrosyan A. Tier-3 Monitoring Software Suite (T3MON) proposal //ATL-SOFT-PUB-2011-001, CERN, 2011.
11. S. Belov, I. Kadochnikov, V. Korenkov, M. Kutouski1, D. Oleynik, A. Petrosyan on behalf of the ATLAS Collaboration. VM-based infrastructure for simulating different cluster and storage solutions used on ATLAS Tier-3 sites // ATL-SOFT-PROC-2012-057, 2012.
12. В.В.Кореньков, В.В.Мицын, П.В.Дмитриенко Архитектура системы мониторинга центрального информационно-вычислительного комплекса ОИЯИ // Информационные технологии и вычислительные системы, 2012, №3. С. 3-14.
13. Портал функционирования Европейской грид-инфраструктуры <http://accounting.egi.eu>
14. Портал по развитию грид-технологий в ОИЯИ <http://grid.jinr.ru/>
15. Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC / CMS Collaboration. Phys. Lett. B 716 (2012) 30-61.

Ким А.К.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», ген. директор, kim@mcst.ru

Бычков И.Н.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. отдела, ignat@mcst.ru

Волконский В.Ю.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. отделения, vol@mcst.ru

Воробушков В.В.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. сектора, vvv@mcst.ru

Груздов Ф.А.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. отдела, fg@mcst.ru

Михайлов М.С.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. отдела, maksim@mcst.ru

Парахин Ю.Н.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. отделения, py@mcst.ru

Сахин Ю.Х.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. отделения, yuli@mcst.ru

Семенихин С.В.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. отделения, svs@mcst.ru

Слесарев М.В.,
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», нач. сектора, mish@mcst.ru

Фельдман В.М.
ОАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука», зам ген. директора, feld@mcst.ru

***Архитектурная линия «Эльбрус» сегодня:
микропроцессоры, вычислительные комплексы,
программное обеспечение***

Высокопроизводительные микропроцессоры

Развитие микропроцессоров на всем своем протяжении их существования происходит по закону, определенному Гордоном Муром: удвоение числа транзисторов на кристалле каждые 1,5-2 года. Действие закона объясняется тем, что технологические нормы, определяющие размер транзистора, уменьшались и продолжают уменьшаться примерно в

1,5 раза каждые 2-2,5 года (что соответствует двукратному увеличению числа транзисторов на той же площади). При этом довольно долгое время такими же темпами повышалась тактовая частота процессоров, хотя в последнее время рост этого показателя сдерживается увеличившейся рассеиваемой мощностью микропроцессора. Несмотря на это, за последние 20 лет число транзисторов на кристалле увеличилось с 1 млн. до 5 млрд., технологические нормы сократились с 1 мкм (1000 нм) до 22 нм, а тактовая частота процессора выросла с 25 МГц до 5 ГГц.

Темпы развития кремниевой технологии практически остановили развитие архитектуры микропроцессоров, т.к. цикл создания новой архитектуры составляет 8-10 лет, а с учетом оснащения ее развитым программным обеспечением – значительно дольше.

Чтобы сохранить экспоненциальный рост производительности высокопроизводительных вычислительных систем и обеспечить возможность их эффективного использования, в ближайшие 10 лет придется решать новые сложные задачи. Американское агентство передовых оборонных научно-исследовательских разработок (DARPA) в программе «Повсеместные высокопроизводительные вычисления» (UHPC) определило следующие важнейшие задачи на период 2009-2018 годы: создание параллельной энергетически эффективной микропроцессорной архитектуры, обеспечение программируемости, т.е. снижение трудоемкости создания программ, существенный рост надежности и безопасности вычислительных систем. Создаваемые системы должны работать в широком диапазоне производительности – от терафлопсных встраиваемых систем до эксафлопсных суперкомпьютеров.

Архитектурная линия российских микропроцессоров «Эльбрус», разработанная совместно с общим программным обеспечением «Эльбрус» успешно решает все поставленные в программе UHPC задачи.

Особенности архитектуры Эльбрус

В последние 20 лет развитие микропроцессорных архитектур практически остановилось, а реальное архитектурное ускорение ядра универсальных микропроцессоров, используемых в мировой практике, составило 2,5 раза. Это означает, что логическая скорость этих микропроцессоров, т.е. число операций, выполняемых, в среднем, за один машинный такт, выросло в 2,5 раза за 20 лет. И это притом, что широкий класс задач крайне трудно распараллеливается. Поэтому данный показатель – логическая скорость ядра – является крайне важным, особенно в последнее время, когда рост тактовых частот процессоров практически остановился и, как следствие остановился рост производительности однопоточных программ.

После того, как рост тактовых частот приостановился, рост производительности микропроцессора продолжился за счет увеличения числа процессорных ядер, хотя использовать этот потенциал производительности значительно сложнее. Для многих задач, в среднем,

менее двух процессорных ядер участвуют в вычислительном процессе, а средняя загрузка процессоров в суперкомпьютерах составляет 3-5%.

Использование графических ускорителей (GPGPU) в качестве средства повышения производительности суперкомпьютеров ограничено, т.к. для таких систем крайне сложно разрабатывать программное обеспечение. Фактически в эти процессоры передаются только отдельные, наиболее вычислительно емкие участки программы, а для управления требуется использование универсального процессора. Новые технологии программирования (CUDA, OpenCL), используемые в таких системах, требуют полной переработки существующих программ.

В архитектуре микропроцессоров линии «Эльбрус» [1-6] были поставлены и успешно решены следующие задачи:

- создание параллельной энергетически эффективной архитектуры ядра для повышения *однопоточной производительности*;
- *облегчение программирования* за счет автоматического распараллеливания задач с помощью компилятора;
- *существенное повышение надежности и безопасности* создаваемого программного обеспечения;
- обеспечение *эффективной и надежной совместимости* с распространенными микропроцессорными архитектурами.

В архитектуре микропроцессоров линии «Эльбрус» используется *явный параллелизм операций*, распараллеливание программы выполняется оптимизирующим компилятором. За счет этого ядро микропроцессора «Эльбрус» может выполнять в несколько раз больше операций за один машинный такт по сравнению с другими современными архитектурами, не тратя энергию на распараллеливание при исполнении. В результате микропроцессоры линии «Эльбрус» обладают большей логической скоростью (число операций, выполняемых за такт) и более высокой производительностью на единицу потребляемой энергии.

Универсальные микропроцессоры линии «Эльбрус» позволяют использовать потенциал производительности с помощью оптимизирующих компиляторов, *облегчая работу программистов* за счет возможности использования языков высокого уровня. Программные средства динамической адаптации конкретной программы к аппаратным ресурсам обеспечивают *более высокий коэффициент загрузки оборудования*, и, как следствие, почти в три раза большей логической скоростью на реальных программах по сравнению с последними микропроцессорами фирмы Интел.

В архитектуре микропроцессоров «Эльбрус» реализована *аппаратно-программная защита* программ и данных при исполнении, которая является *фундаментом для построения безопасных систем* широкого диапазона применений. Аппаратно-программная поддержка безопасности представляет собой многоуровневую систему. На аппаратном уровне реализованы средства, обеспечивающие безопасное исполнение программ

в едином виртуальном пространстве. Эти средства не только *исключают* возможность *внедрения опасных кодов (вирусов)* в программные системы, но за счет мощного аппаратного контроля позволяют создавать гораздо более *надежные* программы, т.к. они позволяют выявлять наиболее сложные и неуловимые на других архитектурах ошибки программистов.

В программе УНРС отмечается сложность перехода на новые архитектуры из-за проблем совместимости. В архитектуре микропроцессоров линии «Эльбрус» заложены средства обеспечения эффективной и надежной *аппаратно-программной совместимости* с наиболее распространенной архитектурой Интел x86 (x86-64). Оптимизация и накопление оптимизированных кодов, реализованные с помощью технологии скрытой динамической двоичной трансляции, обеспечивают более высокую производительность программ, представленных в кодах Интел x86 (x86-64), при меньших затратах энергии.

Сегодня архитектура «Эльбрус» совместно с ОПО Эльбрус прошла успешную проверку на *трех поколениях микропроцессоров* – микропроцессор «Эльбрус», система на кристалле (СнК) «Эльбрус-1С» и СнК «Эльбрус-2С+ (рис. 1) – в составе вычислительных комплексов.



1 ядро
75,8 млн. транзисторов
130 нм
300 МГц
4,8 Гфлопс
6 Вт
2007 г. выпуска



1 ядро, СнК
218 млн. транзисторов
90 нм
500 МГц
8 Гфлопс
13 Вт
2010 г. выпуска



2 ядра «Эльбрус»
4 DSP ядра Мультикор
368 млн. транзисторов
90 нм
500 МГц
28 Гфлопс
25 Вт
2011 г. выпуска

Рис. 1. Микропроцессоры линии Эльбрус

Микропроцессор «Эльбрус» [1-3] с производительностью 4,8 Гфлопс, позволял создавать двухпроцессорные вычислительные комплексы на общей памяти и строить многомашинные системы на их основе, начиная с 2007 г. Созданная в 2010 г. СнК «Эльбрус-1С» [5] производительностью 8 Гфлопс позволила производить 4-процессорные одноплатные модули на общей памяти и вычислительные системы на их основе. Наконец, в 2011 г. прошел успешные государственные испытания 6-ядерный *гетерогенный* микропроцессор (СнК) «Эльбрус-2С+» (2 универсальных ядра «Эльбрус» и 4 ядра DSP с архитектурой Мультикор) производительностью 28 Гфлопс [6].

Для взаимодействия с разнообразным набором современных внешних устройств в 2010 г. был разработан контроллер периферийных интерфейсов (КПИ) [7] – рис 2. Он подключается к процессору через один или два дуплексных канала ввода-вывода с пропускной способностью 2+2

Гбайт/сек. КПИ поддерживает работу со следующими интерфейсами внешних устройств и шин: SATA, PCI, PCI Express x8, Ethernet 10/100/1000 Mbps, IDE, IEEE1284/RS-232/RS-485, USB 2.0, AC-97/GPIO, IOAPIC/PI3/I2C/SPI/Timer. Включение КПИ в вычислительные комплексы на базе микропроцессоров «Эльбрус» позволило отказаться от использования ПЛИСов, удешевить вычислительные комплексы и снизить потребляемую мощность.

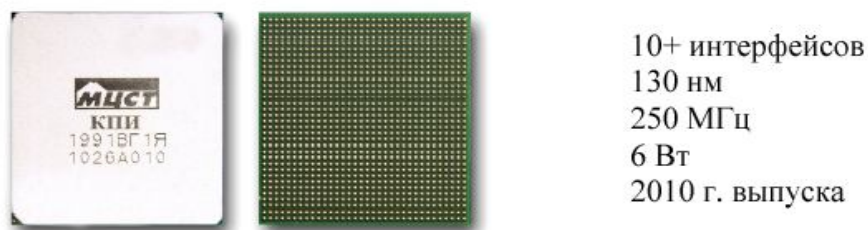


Рис. 2. Контроллер периферийных интерфейсов (КПИ)

Вычислительные комплексы на базе микропроцессора «Эльбрус-2С+»

На базе универсального микропроцессора «Эльбрус-2С+» вместе с контроллером периферийных интерфейсов выпускаются разнообразные вычислительные модули, используемые в широком диапазоне применений.

Одноплатные четырехпроцессорные модули (рис. 3) с производительностью свыше 100 Гфлопс на общей памяти (32 Гбайт) используются для создания серверов с производительностью в несколько терафлопс.

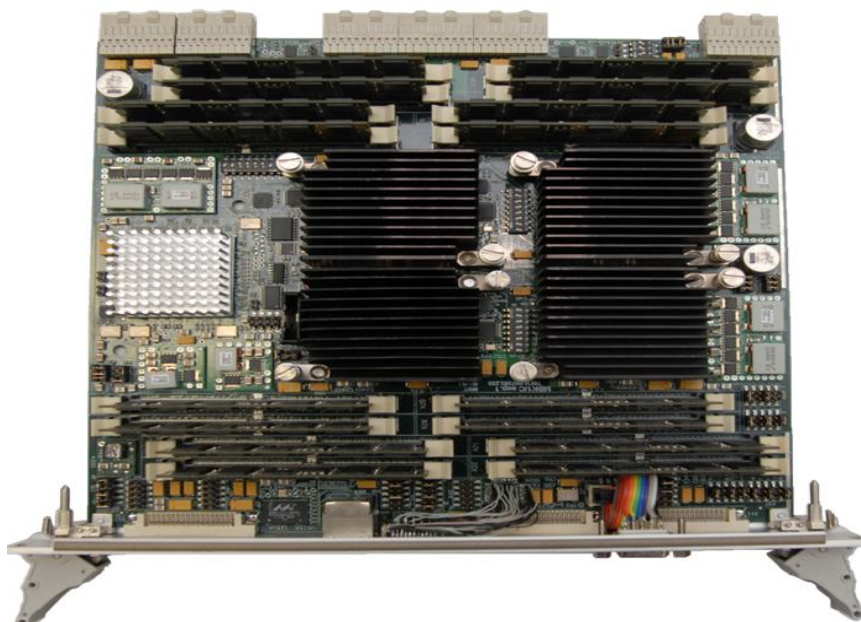


Рис. 3. Одноплатный четырехпроцессорный модуль

Одноплатные двухпроцессорные модули (рис. 4) с производительностью 56 Гфлопс, выполненные в конструктивном

исполнении 6U, используются во встраиваемых системах для создания небольших серверов с резервированием, а также для создания автоматизированных рабочих мест.



Рис. 4. Одноплатные двухпроцессорные модули

Одноплатные однопроцессорные вычислительные модули (рис. 5) используются для создания автоматизированных рабочих мест, таких как ноутбук и моноблок.



Рис. 5. Одноплатный однопроцессорный модуль

Общее программное обеспечение Эльбрус

Вычислительные комплексы на базе микропроцессоров с архитектурой «Эльбрус» оснащаются *сертифицированным* общим программным обеспечением (ОПО) «Эльбрус», включающим операционную систему (ОС) «Эльбрус», совместимую с ОС Linux, со средствами поддержки систем реального времени и средствами защиты от несанкционированного доступа. Средства разработки программ, написанных на языках высокого уровня Си, Си++, Фортран, Джава и др., обеспечивают эффективное распараллеливание на всех уровнях: параллелизм на уровне операций, векторный параллелизм, параллелизм потоков управления, параллелизм систем с распределенной памятью. ОПО «Эльбрус» включает средства поддержки пользовательского интерфейса, комплекс сервисных и пользовательских программ (СУБД, средства работы с гипертекстом,

офисные пакеты, электронную почту и проч.), графические библиотеки и пакеты, высокопроизводительные математические и мультимедийные библиотеки. Эти средства поддерживают все возможности архитектуры «Эльбрус» и отвечают современным требованиям, которые предъявляются к программным системам индивидуального и коллективного пользования.

В работах [8-9] рассмотрены методы распараллеливания программ на уровне операций, включая программную конвейеризацию, а также методы автоматической векторизации и распараллеливания программ *в оптимизирующем компиляторе*. Эти методы демонстрируют высокую эффективность и позволяют существенно повышать производительность широкого класса программ за счет параллелизма на уровне операций и получать дополнительный прирост производительности для программ, в которых используются форматы данных, позволяющие использовать операции над короткими векторами, и циклы, допускающие распараллеливание на потоки управления.

За счет распараллеливания на уровне операций логическая скорость выполнения *целочисленных* программ на одном процессоре с архитектурой «Эльбрус» возрастает в **3,01** раза по сравнению с эталонной суперскалярной машиной (до 4-х операций за такт без изменения порядка операций) Ultra 10 на пакете SPECcpu2000int. При этом среднее число операций, спланированных компилятором в выполненных широких командах, составляет **2,96** за такт и **2,2** за такт с учетом различных блокировок при реальном исполнении. Для 10 задач пакета SPECcpu2000fp логическая скорость возрастает в **7,66** раз по сравнению с эталонной машиной Ultra 10 за счет параллельных возможностей архитектуры и конвейеризации циклов с аппаратной поддержкой. При этом среднее число операций, спланированных компилятором в выполненных широких командах, составляет **5,52** операций за такт (максимальное значение **11,59** операций за такт). Но оно более заметно по сравнению с целочисленными задачами снижается за счет блокировок (в основном из-за доступа в память) до среднего значения **3,53** операций за такт (максимальное значение – **6,59** операций за такт).

Максимальный прирост производительности за счет автоматической векторизации составил **83%**, **61%**, **117%** и **11%** на задачах из пакетов SPEC CINT92, SPEC CFP95, SPEC CINT95 и SPEC CINT2000, соответственно. Средний прирост производительности на 373 функциях библиотеки, реализующие наиболее распространённые операции над векторами и матрицами, за счёт их автоматической векторизации составил **52%** и **37%** в случае выровненных и невыровненных входных данных, соответственно. Скорость работы отдельных функций удалось повысить почти в **10 раз**.

Абсолютный прирост производительности за счет автоматического распараллеливания для общей памяти на пяти задачах из пакетов SPEC95, SPEC2000 составляет для двухпроцессорного ВК «Эльбрус-3М», в среднем, **1,42**, или **77%** от одновременного исполнения двух задач. Реализована

система автоматического распараллеливания для распределенной памяти на вычислительных комплексах на базе микропроцессоров Эльбрус-2С+ и МЦСТ-R1000, которая позволяет распараллеливать задачи для 32- и 64-ядерных систем.

Развитие линии «Эльбрус»

В 2012 г. завершается разработка 4-ядерного универсального микропроцессора (СНК) «Эльбрус-4С» по технологическим нормам 65 нм с производительностью 64 Гфлопс. На базе этого микропроцессора могут создаваться 16-процессорные системы на общей памяти и мощные кластерные системы терафлопсного и петафлопсного диапазонов. Ведутся работы по изготовлению микропроцессора «Эльбрус-2С+» на российской фабрике (завод «Микрон») по технологическим нормам 90 нм, первые микропроцессоры должны быть изготовлены весной 2013 г. Ведутся работы по созданию к 2015 г. микропроцессора «Эльбрус-4С+» с производительностью 150 Гфлопс. Параллельно разрабатывается гетерогенный микропроцессор (СНК) «Эльбрус-1С+», в котором кроме универсального ядра «Эльбрус» будет реализовано графическое ядро. Оба проекта реализуются по технологическим нормам 40 нм.

Параллельно развивается программное обеспечение, которое предполагает дальнейшее развитие ядра операционной системы, поддержку виртуализации, существенное расширение набора прикладных программ, дальнейшее совершенствование оптимизирующего компилятора и системы двоичной трансляции для повышения эффективности работы в режиме совместимости, более активное внедрение системы защищенного исполнения программ.

В более долгосрочных планах – создание микропроцессоров «Эльбрус-8С» в 2017 г. и «Эльбрус-16С» в 2019 г. с производительностью 500 Гфлопс и 2 Тфлопс, соответственно. Это позволит до 2020 г. создать российские вычислительные системы *петафлопсного и экзафлопсного диапазона производительности на базе российских микропроцессоров.*

Литература

1. Ким А.К., Волконский В.Ю., Груздов Ф.А., Михайлов М.С., Парахин Ю.Н., Сахин Ю.Х., Семенихин С.В., Слесарев М.В., Фельдман В.М. Микропроцессорные вычислительные комплексы с архитектурой «Эльбрус» и их развитие // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сборник докладов 3-й международной научно-практической конференции, Москва, 6-9 декабря 2008. С.12-31.

2. Владимир Волконский, Федор Груздов, Александр Ким, Юлий Сахин, «Эльбрус» сегодня // Открытые системы. 2009. № 2.

3. Ким А.К., Волконский В.Ю., Груздов Ф.А., Михайлов М.С., Парахин Ю.Н., Сахин Ю.Х., Семенихин С.В., Слесарев М.В., Фельдман В.М. Архитектура, программное обеспечение и применения компьютеров серии "Эльбрус" // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сборник докладов 4-й международной научно-практической конференции, Москва, 14-16 декабря 2009. С.53-72.

4. Ким А.К., Волконский В.Ю., Груздов Ф.А., Сахин Ю.Х., Семенихин С.В. Защищенное исполнение программ на базе аппаратной и системной поддержки архитектуры

«Эльбрус» // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сборник докладов 5-й международной научно-практической конференции, Москва, 8-10 ноября 2010. С.22-39.

5. Михаил Кузьминский, Куда идет «Эльбрус» //Открытые системы. 2011. N. 7.

6. Исаев М.В., Кожин А.С., Костенко В.О., Поляков Н.Ю., Сахин Ю.Х. Двухядерная гетерогенная система на кристалле «Эльбрус-2С+» // Вопросы радиоэлектроники, сер. ЭВТ, 2012, вып. 3. С.42-52.

7. Ким А.К., Михайлов М.С., Фельдман В.М. Подсистема ввода-вывода для систем на кристалле «МЦСТ-4R» и «Эльбрус-S» на основе микросхемы контроллера периферийных интерфейсов. // Вопросы радиоэлектроники, сер. ЭВТ, 2012, вып. 3. С.52-62.

8. Волконский В.Ю., Брегер А.В., Грабежной А.В., Ермолицкий А.В., Муханов Л.Е., Нейман-заде М.И. Методы распараллеливания программ в оптимизирующем компиляторе для ВК семейства Эльбрус. // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сборник докладов 6-й международной научно-практической конференции, Москва, 12-14 декабря 2011. С.46-59.

9. Волконский В.Ю., Грабежной А.В., Муханов Л.Е., Нейман-заде М.И. Исследование влияния подсистемы памяти на производительность распараллеленных программ //Вопросы радиоэлектроники, сер. ЭВТ, 2012, вып. 3. С.63-88.

Сухомлин В.А.

д-р т. н., профессор, факультет ВМК МГУ имени М.В.Ломоносова
sukhomlin@mail.ru

Новые методологические решения и международные стандарты в области магистерского ИТ-образования

Аннотация

Целью работы является анализ современного состояния международных стандартов программ магистерского образования в области информационных и компьютерных технологий и определение возможных тенденций развития системы подготовки кадров высшей квалификации в этой области.

Введение

В условиях глобализации экономики большое значение для подготовки востребованных кадров имеет выработка соответствующих международных стандартов или рекомендаций, обладающих высоким уровнем консенсуса в профессиональной среде и служащих ориентиром для университетов и вузов в их образовательной деятельности. Такого рода решения призваны систематизировать и унифицировать требования практики к выпускникам вузов и к соответствующим образовательным программам. Они также учитывают достижения и тенденции развития науки и технологий, обобщают лучшую образовательную практику, способствуют формированию единого образовательного пространства.

Ответственность за разработку и сопровождение таких ориентиров-рекомендаций для области информационных технологий (ИТ) или ее академического эквивалента компьютеринга (Computing) в виде типовых учебных программ или куррикулумов (curriculum) взяли на себя ведущие международные профессиональные организации - Ассоциация компьютерной техники (Association for Computing Machinery, ACM) и Компьютерное Сообщество Института инженеров по электронике и электротехнике (Computer Society of the IEEE или IEEE-CS), которые ведут эту работу, начиная с 60-х годов 20-го столетия.

Традиционно основное внимание в этой деятельности уделялось подготовке бакалавров – самому массовому виду профессионального обучения. Итогом многолетней работы стало создание к концу первого десятилетия 21 века целостной системы куррикулумов, охватывающей основные направления профильной подготовки бакалавров компьютеринга. Подробный анализ современного стека куррикулумов для подготовки бакалавров дан в работе автора [1].

Магистерское обучение, которое всегда характеризовалось высокой динамикой развития, долгое время оставалось недостижимой целью

стандартизаторов ИТ-образования. Первый стандарт куррикулума для магистерского обучения появился только в конце 2009 года. Им стал документ Graduate Software Engineering 2009 (GSwE2009) [2], ориентированный на подготовку магистров по программной инженерии, который заявил о новых тенденциях в магистерском обучении. А именно, о переносе на магистратуру технологий разработки учебных программ на основе куррикулумов со всеми характерными чертами этой технологии - четким описанием целей и результатов обучения, детальной спецификацией объемов знаний профессионального образовательного поля, выделением обязательного набора знаний (ядра) для всех учебных программ, определением примерного перечня актуальных направлений специализации и пр.

Другим масштабным проектом развития профессионального образования является всемирный процесс реформирования инженерного образования, инициатором которого выступил профессор МИТ Эдвард Кроули в 2000 году. Как и в случае куррикулумов этот процесс первоначально охватывал только подготовку бакалавров, однако в последние годы перешел границы бакалаврской подготовки.

Именно анализ особенностей, характерных черт этих подходов, тенденций которые они несут в развитие магистерского образования – все это и составляет основную цель статьи.

2. Стандарт куррикулума магистратуры

Как уже отмечалось во введении, первый стандарт куррикулума, регламентирующий подготовку магистров по профилю программная инженерия - Graduate Software Engineering 2009 (GSwE2009) [19], появился в конце 2009 года. Документ GSwE2009 разработан в рамках iSSEc-проекта (Integrated Software & Systems Engineering Curriculum Project - проект куррикулумов по интегрированной программной и системной инженерии). Этот проект стартовал в 2007 году. В его реализации приняла участие широкая коалиция из академических, промышленных, правительственных и профессиональных организаций, включая Международный совет по системной инженерии (INCOSE), промышленную ассоциацию национальной обороны США (NDIA), Компьютерное Сообщество Института инженеров по электронике и электротехнике (IEEE-CS), Ассоциацию компьютерной техники (ACM).

Основным спонсором проекта стало Министерство обороны США.

Документ GSwE2009 ориентирован на подготовку магистров в области программной инженерии с акцентом на практическую деятельность. Разработчики данного стандарта однако выражают уверенность, что он отражает современные тенденции в магистерском обучении и окажет сильное влияние на развитие магистерского образования в целом.

GSwE2009 включает описание:

- набора исходящих требований к выпускникам или результатов

подготовки магистров по программам, соответствующим GSwE2009 (далее GSwE2009-программы или программы GSwE2009);

- входных требований к подготовке студентов, желающих обучаться по GSwE2009-программам;

- архитектурной модели куррикулума;

- ядра объема или свода знаний (Core Body of Knowledge - CBOK), определяющего обязательный свод знаний для GSwE2009-программ;

- модифицированного метода Блума, используемого для спецификации учебных целей при изучении соответствующих элементов объема знаний;

- учебных курсов, содержащих материал CBOK, дополняющий свод знаний SWEBOK [3], взятый за основу содержания CBOK и др.

Как и в других куррикулумах, центральным элементом содержания GSwE2009 является описание объема или свода профессиональных знаний и его обязательной части – ядра, т.е. CBOK. Объем знаний и соответственно CBOK построены в виде четырехуровневой иерархической системы структурных элементов (дидактических единиц). На высшем уровне иерархии располагаются предметные области (arreas), которые структурируются на модули знаний (второй уровень иерархии), и которые в свою очередь детализируются до уровня тем, а темы до уровня подтем (третий и четвертый уровни соответственно). С каждой дидактической единицей связан некоторый индекс, определяющий необходимый уровень освоения этой единицы учащимся и шкалируемый с помощью модифицированного метода Блума.

Для описания принципа построения GSwE2009-программ определена архитектурная модель таких программ, показанная на рис. 1.

Изображенная на рисунке архитектура куррикулума включает:

- подготовительный материал (preparatory material), владение которым необходимо при поступлении на GSwE2009-программы;
- материалы ядра (core materials), т.е. CBOK;
- материалы университета (university-specific materials);
- материалы по выбору студента (elective materials);
- обязательный capstone-проект (mandatory capstone experience), ниже которого на рисунке простирается пространство профессиональной деятельности магистра, удовлетворяющего исходящим требованиям.

Важно отметить, что в перечне исходящих требований (или результатов подготовки) по программам GSwE2009 на первом месте стоит требование к владению на магистерском, т.е. экспертном, уровне входящими в CBOK знаниями, формируемыми на базе свода знаний SWEBOK, дополненного рядом тем по системной инженерии, информационной безопасности, профессиональной подготовке, человеко-машинному интерфейсу, инженерной экономике, управлению рисками, качеству программного обеспечения.

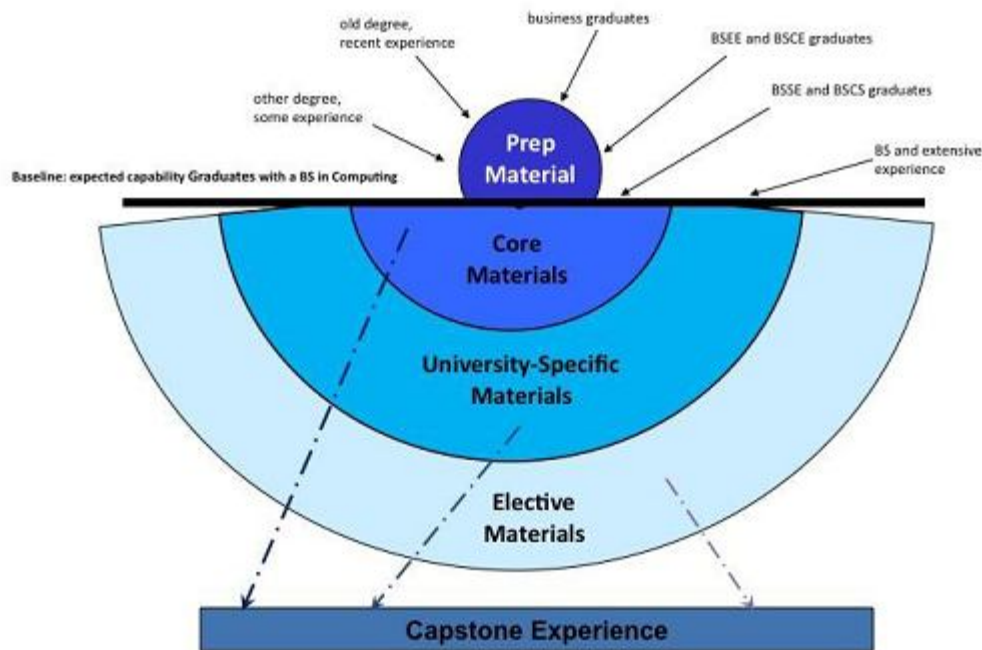


Рис. 1. Архитектура учебных программ GSwE2009

Объем СВОК оценивается в 200 аудиторных или контактных часов, необходимых для его изучения (т.е. общих часов в четыре раза больше – 800), что эквивалентно 5-ти семестровым учебным курсам по 40 аудиторных часов за семестр (160 общих часов на каждый курс). Структура ядра показана на рис. 2 в виде правого полукруга. Она состоит из секторов, соответствующих ядерной части конкретной предметной области знаний, при этом площадь сектора примерно соответствует доли этой части в процентах относительно площади самого ядра. Всего в ядро входят модули из 11 предметных областей, взятых в основном из SWEBOK:

- A. Ethics and Professional Conduct (Профессиональные этика и поведение),
- B. System Engineering (Системная инженерия),
- C. Requirements Engineering (Технология разработки требований),
- D. Software Design (Проектирование программного обеспечения),
- E. Software Construction (Конструирование программного обеспечения),
- F. Testing (Тестирование),
- G. Software Maintenance (Сопровождение программного обеспечения),
- H. Configuration Management (Управление конфигурацией),
- I. Software Engineering Management (Управление инженерией программного обеспечения),
- J. Software Engineering Process (Процессы программного обеспечения),
- K. Software Quality (Качество программного обеспечения).

Следует отметить, что объем содержащегося в СВОК обязательного для изучения материала в 200 аудиторных часов представляется весьма значительным. Это по существу около 50% всей учебной программы. Что, безусловно, - новое веяние в подготовке магистров.

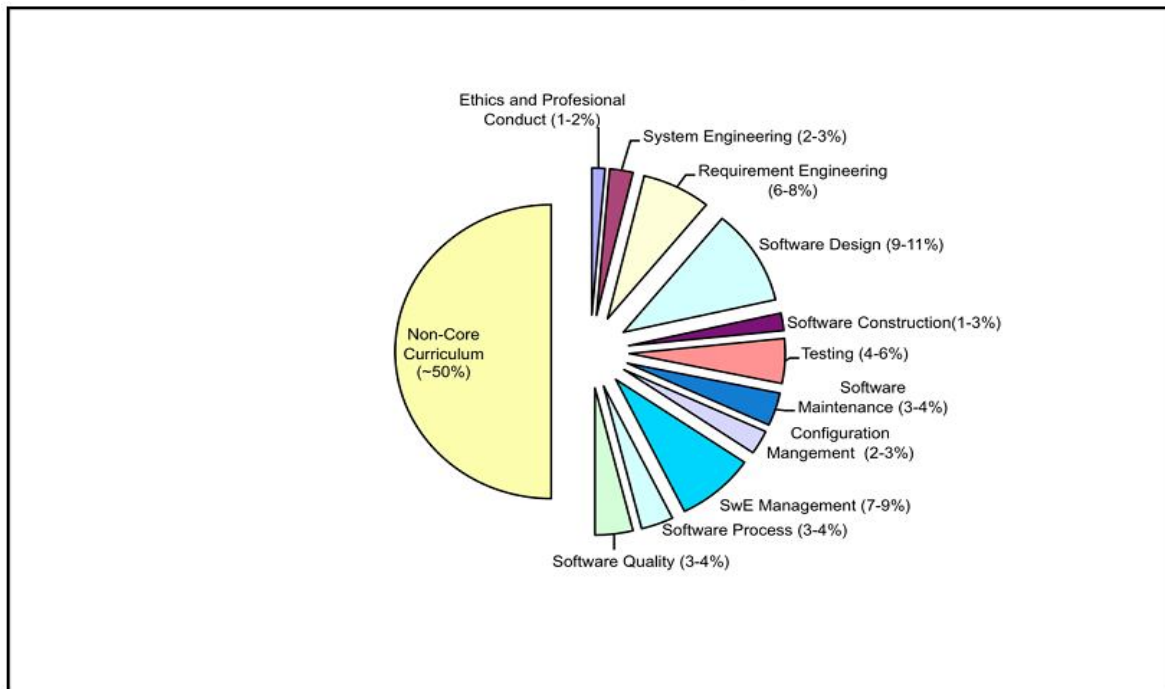


Рис. 2. Структура СВОК

В целом анализ GSeW2009 позволяет определить следующие характерные особенности предлагаемого подхода к построению магистерских программ компьютеринга.

- единая структура построения образовательных программ в соответствии с введенной архитектурной моделью данного куррикулума;
- концепция ядра – определение свода минимально необходимых профессиональных знаний, реализация которого во всех учебных GSeW2009-программах обеспечивает совместимость образовательных процессов, мобильность учащихся в рамках GSeW2009-программ, гарантию качества базовой подготовки;
- четкое определение результатов подготовки (исходящих характеристик выпускников);
- гибкость в диверсификации учебных программ (предложены направления диверсификации);
- значительное внимание к изучению современных международных стандартов, прежде всего в области системной и программной инженерии, включая SWEBOOK, CMMI, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15288, пакет стандартов программной инженерии IEEE (порядка 40). Также от магистров требуется знание современной системы стандартов куррикулов компьютеринга [1];

- углубленная связь между программной инженерии и системной инженерии (Systems Engineering - SE);
- тесная интеграция теории и практики, в том числе на основе Capstone- проекта;
- четкое определение входных требований для поступления на программы магистерского обучения;
- большое внимание изучению вопросов профессиональной этики и основ профессиональной деятельности (Ethics and Professional Conduct);
- использование таксономии Блума для определения минимального уровня изучения отдельных тем программы [4].

3. Стандарты инициативы CDIO и их использование в магистерском образовании

В 2000 году стартовал крупный международный проект по реформированию инженерного образования, получивший название «Всемирная инициатива CDIO» [5]. Инициатор и руководитель этого проекта - профессор Эдвард Кроули (МИТ, США). В настоящее время проект получил широкое распространение, охватив ведущие инженерные школы и технические университеты США, Канады, Европы, Соединенного Королевства, Африки, Азии и Новой Зеландии. Как и в случае стандартов курикулов организаций ACM и IEEE первоначально данный проект проецировался только на подготовку бакалавров.

Инициатива CDIO (аббревиатура от Conceive – Design – Implement – Operate, или Задумка – Проект – Реализация – Эксплуатация) имеет три общие цели – подготовка инженеров, способных продемонстрировать:

1. Глубокие практические знания технических основ профессии;
2. Мастерство в создании и эксплуатации новых продуктов и систем;
3. Понимание важности и стратегического значения научно-технического развития общества.

Важное место в данной инициативе занимает система стандартов CDIO, принятая в последней редакции в 2011 году, которая и является методологическим ядром, определяющим принципы подхода CDIO. Эта система включает следующие 12 стандартов [5, 6].

Стандарт 1 - Утверждает основной принцип и общий контекст инженерной образовательной деятельности подхода CDIO, согласно которому образовательный процесс рассматривается в ракурсе модели жизненного цикла продуктов и систем – Задумка, Проектирование, Реализация и Управление (есть также русскоязычная трактовка данного подхода как 4П – Планирование, Проектирование, Производство, Применение).

Стандарт 2 - Результаты программы CDIO. Это документ определяет принцип, предполагающий четкое описание в учебных программах целей обучения необходимым компетенциям - личностным, межличностным и

профессиональным инженерным компетенциям в создании продуктов и систем. Собственно описание системы целей дается в отдельном документе - The CDIO Syllabus v2.0. An Updated Statement of Goals for Engineering Education (Учебный план CDIO v2.0. Пересмотренное определение целей инженерного образования) [7, 8]. Далее этот документ будем называть силабус CDIO.

Стандарт 3 - Интегрированный учебный план (составляемый из взаимодополняющих учебных дисциплин и позволяющий интегрировать обучение личностным, межличностным компетенциям, наряду с обучением создавать продукты и системы).

Стандарт 4 - Введение в инжиниринг (вводный курс и практические занятия, закладывающие основы инженерии по созданию продуктов и систем, а также основы личностных и межличностных компетенций).

Стандарт 5 - Задания по проектированию и созданию изделий (учебный план, предусматривающий как минимум два учебно-практических задания по проектированию и созданию продуктов или систем).

Стандарт 6 - Учебные помещения (требование высокого уровня удовлетворенности учебными помещениями со стороны профессорско-преподавательского состава, сотрудников университета и студентов).

Стандарт 7 - Интегрированные учебные задания (Интегрированные учебные и практические задания для осваивания, как дисциплинарных знаний, так и личностных-межличностных компетенций и компетенций в проектировании и создании новых продуктов и систем).

Стандарт 8 - Активное обучение (использование методов активного обучения, оценка их эффективности, повышение мотивации учащихся).

Стандарт 9 - Повышение компетентности профессорско-преподавательского состава (мероприятия, направленные на повышение компетентности профессорско-преподавательского состава в области личностных, межличностных компетенций, а также в умении создавать продукты и системы).

Стандарт 10 - Повышение преподавательских способностей членов профессорско-преподавательского состава (мероприятия, направленные на повышение компетентности преподавателей в проведении интегрированных практических занятий, в применении методов активного обучения в ходе занятий и в оценке успеваемости студентов).

Стандарт 11 - Оценка усвоения навыков CDIO (методы оценки успеваемости студентов в усвоении личностных-межличностных компетенций, компетенций в создании продуктов и систем, а также оценка дисциплинарных знаний).

Стандарт 12 - Оценка программы CDIO (оценка учебной программы по системе стандартов CDIO с точки зрения студентов, преподавателей и потенциальных работодателей с целью непрерывного совершенствования учебного процесса).

Эти стандарты выступают в роли путеводителя при реформировании образовательных процессов и оценке их эффективности.

Как отмечалось выше, важную роль в системе стандартов играет документ, называемый силабус CDIO.

Данный документ разрабатывался как справочное пособие, которое может быть использовано для проектирования целей и планируемых результатов процесса обучения, направленного на подготовку востребованных инженерных кадров, имеющих не только добротную теоретическую базу, но и практико-ориентированную подготовку. Кроме того, силабус CDIO может быть использован для разработки новых образовательных инициатив, а также в качестве методической базы (таксономии целей инженерно обучения) для построения основанного на детальном определении исходящих требований к выпускникам (целей и результатов подготовки) процесса оценки качества обучения.

Структурно силабус CDIO построен следующим образом. Изначально весь массив планируемых результатов обучения классифицируется на четыре категории самого высокого уровня (см. рис. 3):

	4. Планирование, проектирование, производство и применение продуктов (систем) - CDIO	
1. Дисциплинарные знания, научные и технические основы (Technical Knowledge and Reasoning)	2. Общепрофессиональные компетенции и личностные качества (Personal and Professional Skills)	3. Межличностные умения: работа в команде и коммуникации (Interpersonal Skills)

Рис. 3. Четыре базовые категории самого высокого уровня силабуса CDIO

1. Дисциплинарные знания, научные и технические основы
2. Общепрофессиональные компетенции и личностные качества
3. Межличностные умения: работа в команде и коммуникации
4. Планирование, проектирование, производство и применение продуктов (систем).

Дальнейшая детализации базовых категорий приводит к набору результатов обучения второго уровня, показанного на рис.4.

Этот набор целей последовательно детализируется до третьего уровня (Приложение А), на котором добавляются порядка 120 тем или планируемых целей обучения, а затем и до четвертого уровня (Приложение В), включающего более 600 тем.

Подход CDIO является универсальной методологией, не зависящей от конкретной инженерной области. Поэтому единственная категория целей, которая по существу не детализируется в силабусе CDIO, это категория под номером 1, отвечающая за общенаучную и базовую профессиональную

инженерную подготовку (именно последней части уделяется основное внимание в куррикулах для конкретных направлений подготовки). Таким образом, подход CDIO можно рассматривать, как некоторый шаблон, определяющий облик современного инженера с универсальным набором личностных, межличностных компетенций и отношений, функционирующего в условиях инновационной экономики, а параметром в конструкции силлабуса служит блок научных и профессиональных знаний конкретной предметной области.

- | |
|--|
| <p>1. Дисциплинарные знания, научные и технические основы (Technical Knowledge and Reasoning)</p> <p>1.1. Базовые общенаучные знания (математики и естественных наук)</p> <p>1.2. Ядро фундаментальных инженерных знаний (core engineering fundamental knowledge)</p> <p>1.3. Углубленные фундаментальные инженерные знания (advanced engineering fundamental knowledge)</p> <p>2. Общепрофессиональные компетенции и личностные качества (Personal and Professional Skills)</p> <p>2.1. Инженерное обоснование и решение задач (engineering reasoning and problem solving)</p> <p>2.2. Проведение эксперимента и выявление знаний (experimentation and knowledge discovery)</p> <p>2.3. Системное мышление (system thinking)</p> <p>2.4. Персональные умения и отношения (personal skills and attitudes)</p> <p>2.5. Профессиональная этика и другие виды ответственности (Ethics, equity and other responsibilities)</p> <p>3. Межличностные умения: работа в команде и коммуникации (Interpersonal skills: teamwork and communication)</p> <p>3.1. Работа в команде (multi-disciplinary teamwork)</p> <p>3.2. Коммуникации (communications)</p> <p>3.3. Коммуникации на иностранных языках (communications in foreign languages)</p> <p>4. Планирование, проектирование, производство и применение продуктов (систем) - CDIO</p> <p>4.1. Социальный и внешний контексты (external and societal context)</p> <p>4.2. Предпринимательский и деловой контекст (enterprise and business context)</p> <p>4.3. Планирование и инжиниринг систем (conceiving and engineering systems)</p> <p>4.4. проектирование (designing)</p> <p>4.5. реализация (implementing)</p> |
|--|

Рис.4. Детализация второго уровня планируемых результатов обучения

Остальные категории целей структурируются весьма подробно, аналогично тому, как это делается в куррикулах, фактически до уровня отдельных тем учебной программы.

Примером применения силлабуса CDIO и его настройки на конкретную предметную область может служить работа [9], в которой данный подход использован для подготовки инженеров в области телекоммуникаций.

Как уже отмечалось, первоначально процесс CDIO развивался только для обучения бакалавров. Однако в силлабус редакции 2 (сентябрь 2011 г.) включены планируемые цели обучения, ориентированные на подготовку выпускников, способных к инновационной и изобретательской деятельности, к предпринимательству и лидерству, что в принципе выходит за границы бакалаврской подготовки. Таким образом, в

современной версии си­ла­бу­са за­ло­же­но все не­об­хо­ди­мое для то­го, что­бы он мог ис­поль­зо­вать­ся в ка­че­стве ме­то­ди­че­ской плат­фор­мы и для ма­гис­тер­ско­го об­ра­зо­ва­ния. До­пол­ни­тель­ные тре­бо­ва­ния к со­дер­жа­нию ин­же­нер­но­го об­ра­зо­ва­ния в ча­сти ин­но­ва­ций, из­об­ре­та­тель­ства, ли­дер­ства и пред­при­ни­ма­тель­ства пред­став­ле­ны на рис. 5.

Еще одной важной характеристикой си­ла­бу­са CDIO, яв­ля­ет­ся со­по­стави­мость пред­ло­жен­ной в нем так­со­номии ре­зуль­та­тов обу­че­ния с ме­то­до­ло­гиями про­цес­сов про­фес­си­о­наль­ной сер­ти­фи­ка­ции и ак­кре­ди­та­ции, при­ме­ня­е­мы­ми ор­га­ни­за­ция­ми, ра­бо­та­ю­щи­ми в сфе­ре управ­ле­ния ка­дра­ми и раз­ви­тия ко­мпе­тен­ций. При­ме­ра­ми та­ких ме­то­до­ло­гий мо­гут слу­жить А­В­Е­Т [10] и EQF [11]. В си­ла­бу­се по­ка­за­на пол­но­та вве­ден­ной так­со­номии и воз­мож­ность ус­та­но­в­ле­ния со­от­вет­ствия ме­жду те­ма­ми си­ла­бу­са и кри­те­ри­я­ми ука­зан­ных ме­то­до­ло­гий. По­это­му ис­поль­зо­ва­ние под­хо­да CDIO для раз­ра­бот­ки об­ра­зо­ва­тель­ных про­грамм мо­жет за­щи­тить си­сте­му об­ра­зо­ва­ния от на­вя­зы­ва­ния ей си­сте­м про­фес­си­о­наль­ных ко­мпе­тен­ций, пред­на­зна­чен­ных, пре­жде все­го, для ре­ше­ния за­дач ка­дрово­го ме­не­дж­мен­та и ма­ло при­год­ных для раз­ви­тия об­ра­зо­ва­тель­ной де­я­тель­но­сти.

4.7. ЛИДЕРСТВО В ИНЖЕНЕРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Формирование целеустремленности:

4.7.1. Выявление проблем и парадоксов

4.7.2. Творческое мышление и коммуникационные возможности

4.7.3. Определение решения

4.7.4. Создание концепций нового решения

Формирование предвидения:

4.7.5. Создание и лидерство в организации и за ее пределами

4.7.6. Планирование и управление проектом до его полного завершения

4.7.7. Реализация проекта/защита решения и критическое обоснование

4.7.8. Инновации – концепция, проектирование и вывод на рынок новых товаров и услуг

4.7.9. Изобретения – разработка новых приборов, материалов и процессов, которые позволят создать новые товары или услуги

4.7.10. Реализация и применение – создание и применение новых товаров и услуг,

Рис.5. *Дополнительные требования к содержанию инженерного образования в части инноваций, изобретательства, лидерства и предпринимательства*

В заключение отметим инновационные аспекты инициативы CDIO. К ним можно отнести:

- погружение учебного процесса, с первых его шагов, в контекст модели жизненного цикла продуктов и систем инженерной деятельности;
- большое внимание развитию необходимых в профессиональной деятельности личностных и межличностных компетенций и отношений, а также знаний и умений по реализации процессов на всех фазах жизненного цикла продуктов и систем;
- акцент на интеграцию элементов образовательных программ, оптимальным образом сочетающих их компоненты для достижения наибольшей взаимосвязи теории и практики, для развития устойчивых личностных, межличностных и других сопутствующих инженерной деятельности качеств выпускников;
- потенциальная возможность использования таксономии Фейзела-Шмитца (Feisel-Schmitz), аналогичной таксономии Блума, но более приспособленной для технических областей и нацеленной на обучение решению конкретных задач, благодаря извлечению только необходимых для этого знаний (считается, что данный подход лучше сочетается с проблемно-ориентированными, проектно-ориентированными и прочими активными подходами к обучению) [12];
- обращение к важности повышения профессионального уровня преподавателей, уровня преподавания с использованием активных образовательных технологий, а также командной работы при реализации интегрированных учебных программ;
- поддержка методов оценки качества обучения и качества самих образовательных программ и пр.

4. Заключение

Анализ рассмотренных выше подходов к стандартизации магистерского образования в области ИТ показывает, что они не только не противоречат друг другу, но и взаимно дополняют один другого. Так, kurikulum GSwE 2009 определяет чему и как учить разработчиков ПО; стандарты же CDIO систематизируют весь контекст инженерной подготовки; готовят выпускников к инновационной деятельности, изобретательству, лидерству и предпринимательству; привносят в учебный процесс новые решения – интегрированные учебные программы и командную работу преподавательских коллективов; предлагают методические решения по оценке качества учебных программ и обучения. Поэтому комбинированное использование рассмотренных выше подходов представляется весьма перспективным решением на данном этапе развития системы магистерского образования.

Литература

1. Сухомлин В. А. Международные образовательные стандарты в области информационных технологий. Прикладная информатика. № 1 (37) 2012, С.33-54.

2. Graduate Software Engineering 2009(GSwE2009). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
3. SWEBOK - <http://www.computer.org/portal/web/swebok>
<http://computingcareers.acm.org> .
4. Bloom, B. S. (Ed.), Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain, Longmans, 1956.
5. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., and Brodeur, D. R., Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach, Springer-Verlag, New York, 2007.
6. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С.Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 17 с.
7. Edward F. Crawley, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA; Johan Malmqvist, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden; William A. Lucas, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA; Doris R. Brodeur, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA. The CDIO Syllabus v2.0. An Updated Statement of Goals for Engineering Education. - http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf .
8. Всемирная инициатива CDIO. Планируемые результаты обучения (CDIO Syllabus): информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А.И.Чучалина, Т.С.Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 22 с.
9. E. Sayrol, R. Bragós, E. Alarcón, M. Cabrera, A. Calveras, J. Comellas, J. O'Callaghan, J. Pegueroles, E. Pla, L. Prat, G. Sáez, J. Sardà, C. Tallón. Mixed Integration of CDIO skills into Telecommunication Engineering Curricula // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2010. – No. 6(102). P. 127–130.
10. Accreditation Board of Engineering and Technology, Criteria for Accrediting Engineering Programs: Effective for Evaluations during the 2010-2012 Accreditation Cycle, 2010. Available at <http://www.abet.org> . Accessed June 15, 2011.
11. European Commission: DG Education and Culture, The European Qualification Framework for Lifelong Learning (EQF), Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg, 2008.
12. Johan Malmqvist, Mmaria Knutson Wedel, Mikael Enelund, Constructive alignment (CA) for degree projects – intended learning outcomes, teaching & assessment. Chalmers University of technology Gothenburg, Sweden - http://www.cdio2011.dtu.dk/upload/administrationen%20-%20101/aus/cdio/conference_media/papers/7_paper.pdf /

Ромасевич П.В.,

к.т.н., доцент, D-Link, региональный менеджер,
promasevich@dlink.ru

Смирнова Е.В.

к.т.н., D-Link, менеджер по обучающим проектам,
esmirnova@dlink.ru

Направления сотрудничества компании D-Link с высшими учебными заведениями

Аннотация

Статья посвящена различным направлениям сотрудничества компании D-Link с высшими учебными заведениями: разработке оригинальных учебных материалов, организации дистанционного обучения и внедрению их в учебный процесс, а также организации авторизованных учебных центров и лабораторий для поддержки практических занятий, курсов дистанционного обучения и исследовательской деятельности.

Также уделено внимание руководству курсовыми и дипломными работами, организации производственной практики, участию в научно-практических конференциях и Международной олимпиады для студентов в области информационных технологий «ИТ-Планета».

Стремительное развитие технологий в области телекоммуникаций и последующее усложнение устройств, используемых для построения мультисервисных вычислительных сетей, требует подготовки квалифицированных специалистов, способных поддерживать, обслуживать и развивать их. Понимая это, компания D-Link [1] разработала и развивает собственную программу обучения, направленную, в том числе, и на сотрудничество с учебными заведениями высшего и среднего образования с целью формирования в них благоприятной информационно-образовательной среды для подготовки квалифицированных специалистов.

Сотрудничество с учебными заведениями в рамках программы обучения D-Link может развиваться в нескольких направлениях. Учебное заведение может:

- открыть авторизованный учебный центр D-Link и обучать в нем всех заинтересованных лиц;
- стать академическим партнером D-Link и использовать учебные материалы D-Link или разрабатывать на их основе собственные в рамках учебных программ высшего, среднего, специального образования;
- проводить обучение в дистанционной форме, используя уже готовые

курсы дистанционного обучения D-Link, либо разработать совместно с представителями компании собственные курсы;

- открыть учебные классы D-Link и обучать в них по разработанным преподавателями учебного заведения авторским курсам D-Link;
- открыть межкафедральную сетевую лабораторию D-Link для поддержки практических занятий, курсов дистанционного обучения и исследовательской деятельности.

Компания D-Link запустила программу стажировки, целью которой является привлечение студентов телекоммуникационных специальностей государственных учебных заведений для формирования кадрового состава компании, а также поддержки научно-исследовательской деятельности студентов. В программе стажировки D-Link, которая проходит в три этапа: практикант, ассистент, начинающий инженер, могут участвовать студенты (со второго года обучения) профильных специальностей учебных заведений, участвующих в Программе обучения D-Link с высокой академической успеваемостью, владеющие английским языком и компьютером. Во время стажировки, при условии отличной успеваемости, быстрого овладения знаниями и успехов в научно-исследовательской деятельности, студентам будет выплачиваться именная стипендия.

Вне зависимости от формы сотрудничества компания D-Link предоставляет учебному заведению возможность бесплатного обучения преподавателей, получения учебных материалов, консультаций специалистов, доступ к технической документации на оборудование. Помимо этого, с целью поддержки учебного процесса в рамках академического партнерства, возможно предоставление оборудования для проведения лабораторных работ согласно учебной программе.

Компанией разработаны оригинальные учебные материалы по коммутаторам локальных сетей, технологиям безопасности, беспроводному оборудованию и IP-телефонии.

В состав учебных материалов входят: учебное пособие с описанием технологий, особенностей работ оборудования и практическими примерами его использования, презентация к учебному пособию и методические указания для проведения лабораторных работ. В дополнение к этому сейчас подготовлен видеокурс по «Основам сетевых технологий».

Компания D-Link активно сотрудничает с преподавателями ведущих ВУЗов страны с целью разработки учебных пособий по различным сетевым технологиям. Так, совместно с преподавателями МГТУ им. Н.Э. Баумана в 2011 г. издано учебное пособие «Построение коммутируемых компьютерных сетей» с грифом УМО для направления «Информатика и вычислительная техника». Совместно с преподавателями Киевского университета имени Бориса Гринченко в 2011 г. разработано и издано учебное пособие «Базовые технологии компьютерных сетей». В 2012 г. издано учебное пособие «Основы сетевых технологий», разработанное

совместно с Уральским федеральным университетом им. Первого президента России Б.Н. Ельцина и имеющее гриф УМО для направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Совместно с преподавателями Рязанского государственного радиотехнического университета готовятся к изданию учебные пособия «Технологии разработки и создания компьютерных сетей на базе оборудования D-Link» и «Построение беспроводных сетей на базе оборудования D-Link» для направления «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» [3].

Разработанные в России учебные пособия переводятся на английский язык и издаются за рубежом. Так, книга по технологиям коммутации локальных сетей «Switching technologies in modern Ethernet networks», написанная совместно с преподавателями МГТУ им. Н.Э.Баумана издана на Тайване и используется для поддержки международной программы обучения D-Link Academy.

Компания D-Link ведет активное сотрудничество с университетами России, Украины, Белоруссии, Тайваня, Индии и Южной Америки, открывая на их базе авторизованные учебные центры.

На территории России открыта и действует система 19 авторизованных учебных центров [5]. Авторизованный учебный центр – это учебное заведение, обучающее по программам авторизованных курсов D-Link. Форма обучения в нем может быть очной или дистанционной с очным лабораторным практикумом. После окончания курсов в авторизованном учебном центре слушатели могут сдать сертификационный экзамен и получить сертификат D-Link.

Академическим партнером D-Link может стать любое образовательное учреждение, заинтересованное в развитии системы IT-образования и внедрении в образовательный процесс информации о новейших сетевых технологиях и практических примерах их использования, а также в повышении квалификации преподавателей. На сегодняшний день программа академического партнерства насчитывает 41 российское учебное заведение высшего и среднего образования [4].

В 2011 году компания D-Link запустила собственный российский портал дистанционного обучения [2]. Этот ресурс предназначен для всех, кто интересуется современными сетевыми технологиями. В настоящее время все желающие могут пройти обучение по курсам «Основы сетевых технологий. Базовый курс D-Link», «Технологии коммутации современных сетей Ethernet. Базовый курс D-Link», «Межсетевые экраны и Интернет-маршрутизаторы D-Link. Базовый курс». Также скоро будет доступен курс по технологиям беспроводных локальных сетей Wi-Fi и курс по «Базовым технологиям компьютерных сетей». В настоящее время на портале зарегистрировалось и прошло обучение более 4000 человек.

Плюсом дистанционного обучения является то, что курсы доступны слушателям из любого населенного пункта при наличии подключения к

сети Интернет, и они могут планировать время своего обучения. Однако работа с реальной лабораторной установкой является неотъемлемой частью эффективного учебного процесса для направления информационно-коммуникационных технологий. Поэтому слушатели дистанционных курсов, заинтересованные в получении сертификата, могут пройти лабораторный практикум и сдать соответствующие экзамены в любом ближайшем авторизованном учебном центре D-Link. Компания D-Link считает важным развитие стратегического партнерства с государственными образовательными структурами, в частности, с ФГУ «Инновационный образовательный центр «НОВЫЙ ГОРОД» по созданию международного образовательного пространства и внедрению в учебный процесс современных инновационных образовательных программ в образовании, современных методик и технологий дистанционного обучения. В настоящее время разработаны и проходят апробацию совместные курсы дистанционного обучения D-Link и ФЦОИТ «Основы сетевых технологий» и «Технологии коммутации современных сетей Ethernet». Курс «Основы сетевых технологий» лицензирован, поэтому, пройдя обучение, можно будет получить документ государственного образца, а сдав экзамен - также сертификат D-Link [6].

Компания D-Link ведет активное сотрудничество не только с высшими и средними учебными заведениями, но и с общеобразовательными школами. Разрабатываются оригинальные учебные материалы по компьютерным сетям для дисциплины информатика. В частности, в 2012 году будет анонсирован авторизованный курс «Базовые технологии компьютерных сетей» с возможностью сдачи сертификационного экзамена и получения сертификата D-Link.

Одной из наиболее плодотворных форм работы с учебными заведениями высшего и среднего образования, компания D-Link считает участие в научно-практических конференциях в области телекоммуникаций, которая способствует «живому» контакту со студентами и преподавателями, необходимому для коррекции направлений работы компании с учреждениями образования.

Компания D-Link является постоянным спонсором Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование», регулярно проходящей в МГУ, а также является непременным участником ежегодных конференций «Проблемы передачи информации в телекоммуникационных системах» в ВолГУ, «Электронная Казань», представителей региональных научно-образовательных сетей RELARN и Недели науки МЭСИ, «ИКТО-Екатеринбург-2012», Международной научно-практической конференции-выставке «Единая образовательная информационная среда» в ТГУ (г. Томск), Международной научно-практической конференции «Роль непрерывного образования в подготовке инновационных кадров для экономики России» в рамках Интерра-2012 в г. Новосибирске, где

сотрудники компании выступают с докладами, посвященными современной сетевой проблематике.

Не менее важным в ряде регионов является чтение лекций и проведение практических занятий в рамках учебных планов, а также руководство курсовым и дипломным проектированием сотрудниками D-Link, которые зачастую одновременно являются штатными сотрудниками профильных кафедр. Так, региональный менеджер в Волгограде в звании доцента кафедры «Телекоммуникационных систем» Волгоградского государственного университета читает лекции с использованием оригинальных учебных материалов компании D-Link, является постоянным членом Государственной Экзаменационной и Аттестационной комиссий и под его руководством ежегодно студенты защищают курсовые и дипломные работы по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». В ходе их выполнения студентами решаются практические задачи, позволяющие им затем гораздо успешнее в дальнейшем осваивать производственную специфику. Ежегодно кафедра выпускает несколько десятков специалистов очной и заочной форм обучения.

Также положено начало процессу создания базовых кафедр D-Link в ВУЗах – в мае 2012 года такая кафедра создана на базе ФГБОУ ВПО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н.Прянишникова».

Для приобретения практических навыков работы с сетевым оборудованием компания D-Link способствует организации производственной практики студентов ВУЗов и СУЗов на базе региональных офисов и созданию в учебных заведениях лабораторий сетевых технологий, в которых студенты и преподаватели могут вести также исследовательскую работу в области телекоммуникаций. В частности, такие лаборатории созданы на кафедре «Телекоммуникационных систем» Волгоградского государственного университета и кафедре «Информационных систем и технологий» Волгоградского государственного аграрного университета. В 2012 году планируется создание сетевой лаборатории на кафедре «Вычислительные системы и сети» Московского государственного университета путей сообщения.

Уникальным мероприятием для студентов ВУЗов является ежегодная Международная Олимпиада в сфере информационных технологий «IT-Планета», в которой компания D-Link традиционно отвечает за разработку и оценку заданий в номинации «Протоколы, сервисы, оборудование».

В 2011-2012 годах в Олимпиаде участвуют студенты учебных заведений из России, Украины, Казахстана, Белоруссии и Узбекистана.

Масштабы Олимпиады впечатляют – если в 2009 году для участия в ней зарегистрировалось 6389 студентов из 570 различных учебных заведений, то в 2010 году число участников уже достигло 7065 из 664

учебных заведений, в 2011 году – 10595 участника и такая тенденция, несомненно, будет сохраняться.

Интерес к данному проекту подтверждается большим количеством посещений сайта, Рис.1:

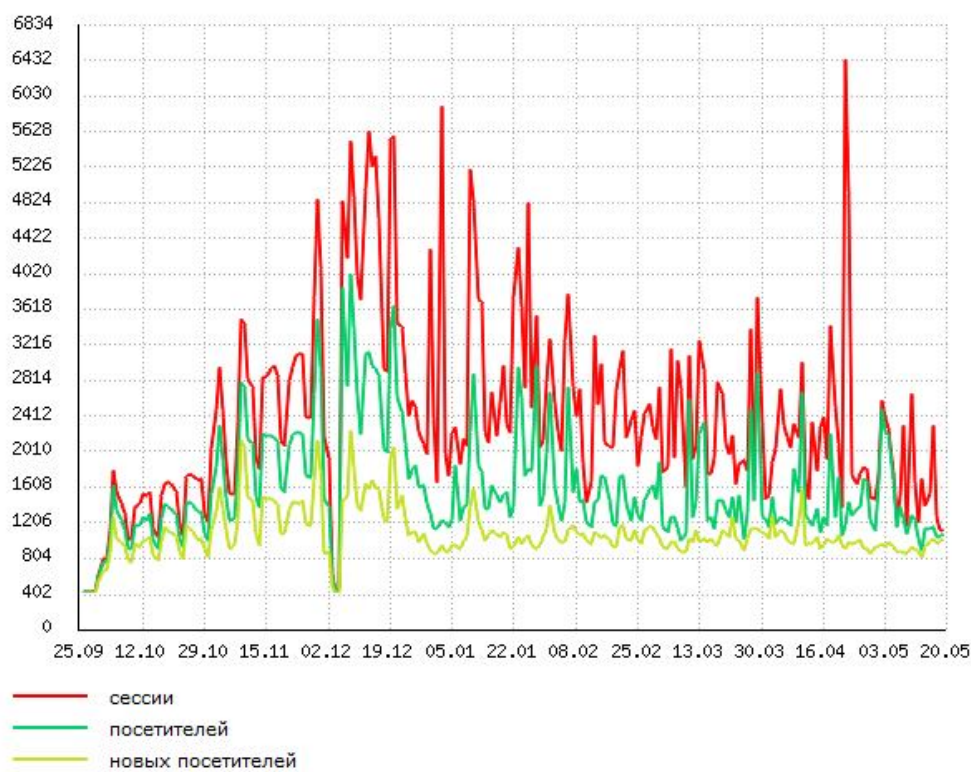


Рис.1. График посещаемости сайта Олимпиады

Из 10595 студентов, прошедших регистрацию для участия в ИТ-Олимпиаде, 3406 студентов из 416 учебных заведений подали заявку на участие в конкурсе «Протоколы, сервисы и оборудование», которую проводит компания D-Link. На Рис.2 показано распределение этого количества между странами-участниками.

Первый этап предполагает прохождение тестов на сайте Олимпиады, где участникам необходимо ответить на 30 вопросов, случайным образом извлекаемых из базы, за 45 минут. На Рис. 3 показано количество пройденных тестов по конкурсам. Как мы видим, номинация компании D-Link «Протоколы.Сервисы.Оборудование» пользуется наибольшей популярностью, что отражает динамичное развитие телекоммуникационной отрасли, интереса к ней и показывает правильность стратегии компании D-Link по работе с учебными заведениями.

На Рис.4 изображено процентное соотношение заявок на конкурсы Олимпиады «ИТ-Планета 2011/12», указанные как основные, которое также показывает наибольший интерес к сетевым технологиям по сравнению с другими областями ИТ.



Рис.2. Распределение количества участников конкурса «Протоколы. Сервисы. Оборудование» по странам-участникам

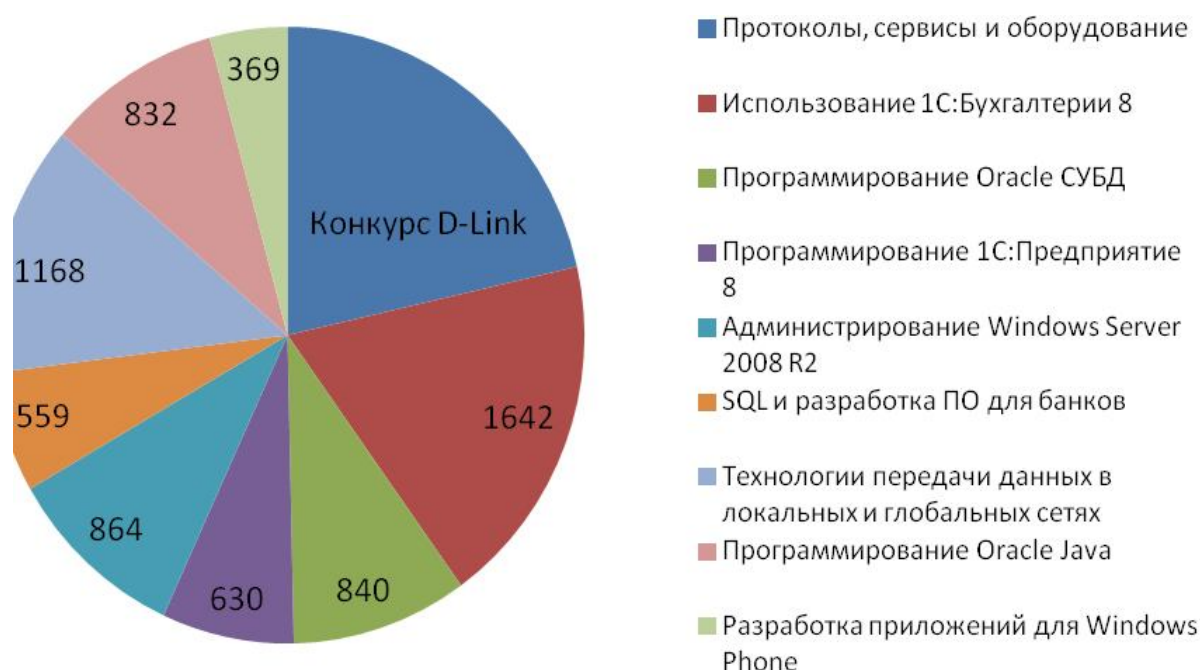


Рис.3. Количество пройденных тестов по конкурсам

1 октября этого года стартовал очередной сезон проекта «IT-Планета» и компания D-Link со своей распределенной системой офисов по странам-участникам традиционно будет обеспечивать проведение номинации по сетевым технологиям «Протоколы. Сервисы. Оборудование» от заочного тура до международного финала Олимпиады, который состоится весной 2013 года в Киеве.

Компания D-Link является ведущим мировым производителем сетевого оборудования, предлагающим широкий набор решений для создания локальных сетей Ethernet/Fast Ethernet/Gigabit Ethernet, построения беспроводных сетей и организации широкополосного доступа, передачи изображений и голоса по IP (VoIP).

В 2012 году компания открыла в Российской Федерации собственное производство, сертифицированное в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ISO 9001:2008).

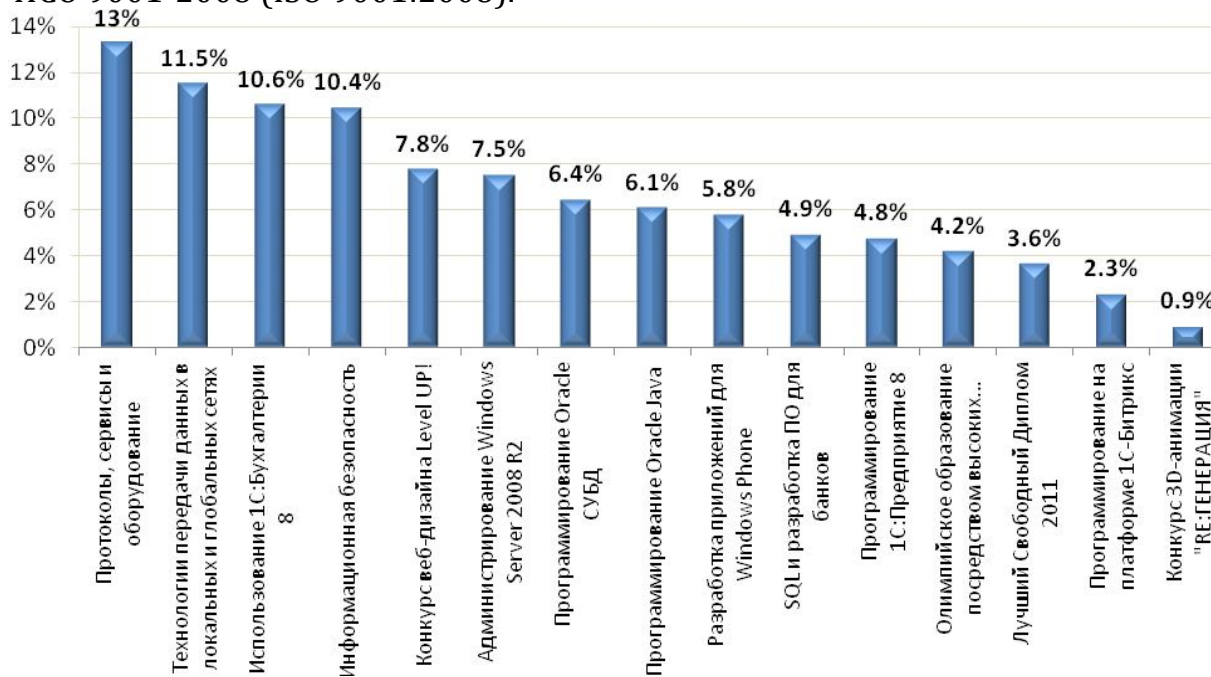


Рис.4. Соотношение заявок на конкурсы Олимпиады «IT-Планета 2011/12»

В Российской Федерации офисы компании D-Link открыты в Москве, Санкт-Петербурге, Архангельске, Астрахани, Барнауле, Белгороде, Владивостоке, Волгограде, Воронеже, Екатеринбурге, Ижевске, Иркутске, Казани, Калининграде, Кемерово, Краснодаре, Красноярске, Курске, Мурманске, Н.Новгороде, Новосибирске, Омске, Оренбурге, Пензе, Перми, Ростове-на-Дону, Рязани, Самаре, Саратове, Ставрополе, Тольятти, Туле, Тюмени, Ульяновске, Уфе, Хабаровске, Чебоксарах, Челябинске и Ярославле. В Брянске, Иваново, Кирове, Магнитогорске, Твери работают региональные представители компании.

Литература

1. www.dlink.ru
2. <http://learn.dlink.ru/login/index.php>
3. <http://www.dlink.ru/ru/education/6/>
4. <http://www.dlink.ru/ru/education/3/>
5. <http://www.dlink.ru/ru/education/2/>
6. <http://dl.fcoit.ru/>

**СЕКЦИЯ 1. ИТ-ОБРАЗОВАНИЕ: МЕТОДОЛОГИЯ,
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Моисеев Е.И.,

Ложкин С.А.,

Тихомиров В.В.

Факультет ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова

Наука и образование на факультете ВМК МГУ

Аннотация

В работе изложены важнейшие направления научно-образовательной деятельности на факультете ВМК МГУ, имеющие фундаментальный и прикладной характер. При этом факультет большое значение придает образовательной деятельности в области высокопроизводительных вычислений, супер компьютерных технологий и защиты информации и защиты информации.

В 2011 году факультет провел набор бакалавров (340 бюджетных мест) по двум направлениям «Прикладная математика и информатика» и «Фундаментальная информатика и информационные технологии». По этим направлениям разработаны образовательные стандарты МГУ, которые удовлетворяют требованиям федеральных стандартов.

На факультете ВМК вся научно-образовательная деятельность по подготовке специалистов тесно связана с Российской академией наук, ведущими государственными научно-производственными объединениями и промышленными компаниями И-бизнеса.

На факультете образованы научно образовательных центра (НОЦ), которые предназначены для решения актуальных научно-образовательных и прикладных задач. Новый этап в получении выпускниками фундаментального образования в области суперкомпьютерных технологий связан с приобретением МГУ суперкомпьютеров «Чебышев», «Ломоносов», Blue Gene/P, на которых решаются задачи математического моделирования в различных областях, в том числе, нанотехнологий и информационных технологий.

В настоящее время успешно проходит реализация президентской программы по суперкомпьютерным технологиям. Эту программу реализуют российские вузы, образовавшие Консорциум по суперкомпьютерным технологиям. Эти технологии отражаются в новых курсах, образовательных программах. На факультете разработан Практикум по высоко производительным вычислениям на суперкомпьютерах, который используют ряд факультетов МГУ. Ежегодно факультетом проводятся школы для студентов и аспирантов по суперкомпьютерингу. В июле этого года факультетом ВМК была образована Академия по суперкомпьютерингу.

Большое значение факультет придает образованию в области защиты информации. Создан учебно-научный центр «Защита информации». В 2003 году открыта магистерская программа «Математические методы и программное обеспечение защиты информации». За 8 лет существования специализации подготовлено свыше 150 выпускников. С 2005 года ведётся подготовка аспирантов по специальности 05.13.19 «Методы и системы защиты информации, информационная безопасность». Развитие этого направления тесно связано с разработкой современных сетевых технологий. Факультет проявил инициативу по организации Консорциума российских вузов «Современные сетевые технологии». В 2012 году факультетом ВМК МГУ для студентов и аспирантов проведены две международные школы «Современные сетевые технологии».

Перечислим специализации по направлению «Прикладная математика и информатика», по которым проводится обучение студентов:

математическая физика; математическое моделирование; обратные и некорректно поставленные задачи; численные методы; теория вероятностей и математическая статистика; исследование операций и системный анализ; оптимизация и оптимальное управление; математическая кибернетика; программное обеспечение вычислительных (компьютерных) сетей; системное программирование (программная инженерия); нелинейная динамика, информатика и управление; математическое и информационное обеспечение экономической деятельности; математические методы и программное обеспечение защиты информации; математические и компьютерные методы обработки изображений; системный анализ и математическое прогнозирование; математические модели и методы в проектировании СБИС; высокопроизводительные вычисления и технологии параллельного программирования; прикладные интернет-технологии.

На факультете действует образовательная двухгодичная программа получения дополнительной квалификации «Разработчик профессионально-ориентированных компьютерных технологий».

Факультет принял активное участие в реформе высшего образования и в разработке федеральных государственных стандартов 3 поколения по направлениям «Прикладная математика и информатика» и «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (бакалавр, магистр). Им разработаны собственные образовательные стандарты магистратуры. С 2011 года факультет приступил к реализации образовательной программы по направлению «Прикладная математика и информатика» по собственному стандарту «магистр непрерывной подготовки» с первой ступенью бакалавр, второй - магистр). Перечисленные выше специализации будут реализованы в магистерских программах.

Специализация студентов, распределение их по кафедрам начинается с третьего курса. Студенты активно участвуют в работе спецсеминаров и в

научной деятельности кафедр. На пятом курсе они проходят практикум по суперкомпьютерным вычислениям. Ниже перечислены некоторые темы и результаты важных научных и прикладных исследований, проводимых на факультете ВМК в 2011 году, в которых активно участвуют студенты. Ежегодно на факультете проводится конкурс лучших студенческих работ. Эти работы публикуются в сборниках, издаваемых факультетом.

Приведем важнейшие научные результаты полученные факультетом в последнее время.

Тема. Задачи оптимального управления, спектральной теории дифференциальных уравнений и топологии.

Решены задачи оптимального граничного управления колебаниями однородного стержня, состоящего из двух разнородных участков и задачи управления нелокальных задач.

С помощью спектрального метода решена задача для уравнения Лаврентьева–Бицадзе в трехмерной области.

Разработан обобщенный принцип каскадного поиска. Получены теоремы о локальном каскадном поиске множества совпадений и многозначных отображений.

Изучена спектральная задача с квадратом спектрального параметра в граничном условии. Получены условия, обеспечивающие равномерную в классе непрерывно дифференцируемых функций сходимость ряда Фурье по системе собственных функций этой задачи. С помощью спектрального метода решена задача для уравнения Лаврентьева–Бицадзе в трехмерной области

Тема. Обратные и некорректные задачи математической физики.

Исследованы обратные задачи для уравнений математической физики, возникающие в геофизике, физической химии, электрофизиологии сердца, обработке изображений. Разработаны и программно реализованы новые методы их решения.

На основе решения системы сингулярных интегральных уравнений разработан алгоритм расчета и проведена его компьютерная реализация для вычисления диаграммы направленности рассеянного поля трехмерной плоской волны, падающей на границу раздела сред с локальным неоднородным импедансным участком в случае E-поляризации.

На основе метода дискретных источников разработана и реализована математическая модель оптической антенны, представляющая собой совокупность наноразмерных диэлектрических частиц, расположенных внутри металлической пленки на прозрачной подложке.

Предложен новый метод численного решения некорректных задач, особенностью которого является использование априорной информации напрямую без минимизации регуляризирующего функционала.

Тема. Развитие вычислительных методов и их применение в решении естественнонаучных проблем.

Для двумерного сингулярно-возмущенного уравнения конвекции-

диффузии получены анизотропные по малому параметру априорные оценки решения и его производных. Построены разностные схемы для расчета течений вязкого сжимаемого газа на основе вычисления потоков методом Роу-Ошера.

Проведено численное моделирование фокусировки ударных и взрывных волн для различных типов фокусирующих объемов. Проведены исследования устойчивости и турбулентности течений вязкого газа.

Проведены исследования чувствительности различных компонент электромагнитного поля при морских зондированиях неоднородностей под морским дном.

Разработан бимодальный метод решения двумерной обратной задачи магнитотеллурического зондирования при морских исследованиях.

Разработана информационно-вычислительная система вариационной ассимиляции геофизических данных наблюдений в акваториях Мирового океана с учетом приливообразующих сил.

Разработана 2D-подпись для идентификации наркотических веществ. Предложен метод улучшения качества изображения в устройства пассивной ТНz-спектроскопии.

Обнаружено формирование солитона на поверхности фотонного кристалла.

Опираясь на свойства решений нелинейного уравнения теплопроводности с источником, развивающихся в режиме с обострением, проведено изучение общих законов эволюции и самоорганизации.

Для сингулярно-возмущенного уравнения конвекции-диффузии с одним (переменным) коэффициентом в полуплоскости получены априорные оценки решения задачи Дирихле в гильбертовых нормах через соответствующие нормы входных данных с неулучшаемой зависимостью от малого параметра.

Выполнены численные исследования течений в сверхзвуковых струях: свободных, вращающихся и импактных. В последнем случае особое внимание уделено автоколебательным режимам соударения струи с преградой. Получены численные результаты, подтверждаемые экспериментальными данными, позволяют сделать некоторые выводы о механизме генерации автоколебаний. Численные расчеты проводились на весьма подробных сетках с использованием технологий параллельного программирования.

На основе топологических методов получено достаточное условие существования общего стабилизатора для конечного семейства линейных векторных систем. Решена проблема образования хаотической динамики решений в возбудимых средах.

Разработаны новые вычислительные эллипсоидальные методы для решения задач достижимости и синтеза управлений при неопределенности.

Получены предельные теоремы теории вероятностей, исследованы оценки скорости сходимости в центральной предельной теореме,

построены асимптотически наиболее мощные критерии в задачах проверки гипотез, доказана сходимость EM-алгоритма.

Тема. Математическое моделирование.

Найдено совместное распределение длин очередей в нестационарном режиме в одноканальной системе обслуживания с гиперэкспоненциальным входящим потоком и абсолютным приоритетом с потерей прерванного требования.

Разработана математическая модель иерархической контрольной структуры. Для этой модели поставлена и решена задача оптимальной организации: найдена стратегия, обеспечивающая невыгодность правонарушений и коррупционных сделок при минимальных затратах на функционирование структуры.

Для характеристики роли наследственной предрасположенности к заболеваниям предложены молекулярно-генетические индексы эпидемиологического риска. Выявлена значимая ассоциация индексов с заболеваемостью туберкулезом в России. Выполнен переход от пространственно-локализованных математических моделей к постановке и решению задач моделирования пространственно-распределенных процессов в иммунной системе. Разработана и исследована математическая модель поддержания гомеостаза организма, разработана модель распространения ВИЧ инфекции.

Тема. Математическое моделирование нелинейных нестационарных физико-химических процессов.

Разработан метод нахождения солитонных решений нелинейного уравнения Шредингера с периодически изменяющимися коэффициентами. Экспериментально подтвержден предсказанный ранее эффект нелинейной локализации света в фотонном кристалле. Разработан и реализован в физических экспериментах (выполнено свыше 100 экспериментов за рубежом) метод динамического спектрального анализа отклика среды от терагерцового лазерного излучения для обнаружения и идентификации веществ (например, гексогенных взрывчатых веществ, наркотиков, фальсифицированных медицинских лекарств). Разработан и реализован в физических экспериментах метод пассивного терагерцового излучения для идентификации веществ (в частности, жидкой взрывчатки, оружия и т.д.).

Тема. Разработка компьютерных моделей плазменных процессов и их использование для решения междисциплинарных проблем.

Для уравнений Максвелла в приложении к разрядным задачам низкотемпературной плазмы построена двумерная операторно-разностная схема на нерегулярной треугольной сетке с узловой аппроксимацией магнитного поля и ячеечной аппроксимацией электрического поля. Методами теории катастроф проведен анализ процессов перезамыкания магнитных силовых линий в плазме. Проведено исследование математических свойств модели вертикальной неустойчивости плазмы в установках токамак.

Сформулирована задача восстановления границы плазмы по измерениям магнитного поля в новой, более общей постановке, разработан алгоритм её решения, проведены расчёты для токамаков MAST, JET, ITER.

Создана новая расширенная модель плазмохимической кинетики плазмы смеси воздуха с пропаном и парами воды, учитывающая реакции рекомбинации водяных, воздушных и углеводородных ионов. Проведены вычислительные эксперименты с целью анализа плазмохимических процессов в натуральных экспериментах поджога пропан-воздушной смеси, находящейся под воздействием слабого внешнего электрического поля и электронного пучка.

Тема. Математические методы решения проблем теории управления и их применение в решении естественнонаучных задач.

Для нестационарной задачи управления в условиях неопределенности найден класс контруправлений, при которых значение показателя качества удовлетворяет условию сравнимости со значением показателя качества соответствующего оптимального процесса.

Разработаны новые вычислительные эллипсоидальные методы для решения задач достижимости и синтеза управлений при неопределенности.

Для линейных управляемых систем с запаздыванием с геометрическим (эллипсоидальным) ограничением на управление получены исчерпывающие внешние эллипсоидальные оценки множества достижимости.

Проведено компьютерное моделирование. Построена модель разработки нефтяного месторождения с учетом нелинейно возрастающих предельных издержек на основе модификации модели Хубберта. Получено решение поставленной задачи оптимального управления: найдено оптимальное время, в течение которого необходимо делать вложения в разработку, и объем таких вложений в каждый момент времени. Проведено сопоставление модельных расчетов в сделанных предположениях с фактическими данными о динамике разработки месторождения.

Продолжено исследование по учету потребительской неоднородности в моделях общего экономического равновесия. Получены формулы для калибровки функций полезности по реальным данным при изменяющихся во времени демографических характеристиках.

Выполнен теоретический анализ двух моделей диффузии (распространения) информации в социальной группе. Основным аппаратом исследования является принцип максимума Понтрягина. Теоретические результаты подтверждены численными расчётами и иллюстрациями.

Тема. Качественный анализ и синтез робастно стабилизирующей обратной связи сложных динамических систем.

Для квадратных ММО систем, находящихся под воздействием ограниченного возмущения разработан алгоритм построения наблюдателя на основе использования иерархической обратной связи по ошибке наблюдения. Предложен алгоритм поиска минимального стабилизатора

для скалярных динамических объектов.

Получены необходимые условия обратимости дискретных систем. Предложены новые понятия конфликтного равновесия, эффективность которых демонстрируется на модельных статических и дифференциальных играх.

Тема. Информационные технологии

Для задач целочисленного программирования предложен метод подбора параметров для решения вспомогательной задачи, основанный на формуле общего решения линейного диофантова уравнения.

Разработана теория субмодулярного разложения Марковских случайных полей. Полученные результаты позволили адаптировать ряд методов структурного обучения на случай наличия ограничений на глобальные статистики меток классов Марковского поля.

Завершена разработка теории систем эквивалентностей для описания и исследования алгебраических замыканий моделей алгоритмов классификации.

Созданы алгоритмы отображения программ на архитектуру высокопроизводительных массивно-параллельных ЭВМ и применены к алгоритмам био-информатики при решении на супер-ЭВМ.

Исследованы методы обработки биометрической информации для задач защиты и аутентификации персональных данных.

Получена асимптотика длины теста относительно неповторной альтернативы для почти всех функций в монотонном элементарном базисе. Получены оценки для сложности тестирования различных классов функций мощными оракулами, обращающимися с запросами к подкубам.

Получены асимптотические оценки высокой степени точности функции Шеннона для сложности формул стандартного базиса, имеющих ограниченную глубину альтернирования.

Разработан новый алгоритм сегментации и матирования объектов для видеоданных на основе вычисления оптического потока. Разработаны математические методы обработки и анализа офтальмологических изображений.

Показано, что схема фермионного вычисления с управлением в виде изменения внешнего поля и туннелирования способна реализовать любой квантовый алгоритм за время порядка квадрата от времени на абстрактном квантовом компьютере.

Проведено исследование и разработан новый алгоритм автоматического аннотирования электронных документов.

Предложен общий метод решения проблемы эквивалентности потоковых программ, соответствующих модели вычислений обобщенных детерминированных автоматов-преобразователей.

Разработаны квантовомеханические модели и проведены суперкомпьютерные расчеты устройств памяти, основанной на фазовых переходах.

Разработана имитационная модель поведения вредоносного программного обеспечения в глобальных компьютерных сетях и метод обнаружения вредоносного исполняемого кода.

Разработан метод построения генератора синтаксических анализаторов с семантическими действиями на основе графовых представлений языков, создан прототип генератора.

Проведено исследование методов прямой и обратной инженерии знаний для программных систем автоматического планирования, систем автоматического синтеза программ и интеллектуальных программных систем решения сложных многошаговых многовариантных задач.

Тема. Математическая кибернетика, математические методы прогнозирования и исследование операций.

Предложена теория систем эквивалентностей для описания и исследования алгебраических замыканий. Разработана теория субмодулярного разложения Марковских случайных полей, позволяющая эффективно строить приближенные решения NP-трудной задачи поиска наиболее вероятной конфигурации скрытых переменных в Марковской сети. Предложена быстрая оценка подобия строк, основанная на спектральном представлении функций, описывающих ДНК последовательности. Эти методы находят применение при расшифровке генома.

Предложены и исследованы теоретические модели схем клеточного типа, отражающие некоторые структурные особенности современных СБИС (сверхбольших интегральных схем) и, в частности, СБИС наноуровня. В рамках модели клеточных схем фиксированной высоты h с кратными входами на основе предложенных методов синтеза получены новые оценки функции Шеннона для площади указанных схем.

Для дискретных моделей разработаны комбинаторно-логические методы в анализе и синтезе управляющих систем. Найдена мощность максимального базиса в трехзначной логике. Получена асимптотика функции Шеннона длины полного диагностического теста относительно k -кратных локальных слияний переменных в булевых функциях n переменных.

Созданы алгоритмы отображения программ на архитектуру высокопроизводительных массивно-параллельных ЭВМ и применены к алгоритмам биоинформатики при решении на супер-ЭВМ.

Разработан новый алгоритм ретро анализа полно переборных задач, позволяющий значительно (в 10 и более раз) сократить объем вычислений и распараллелить решение этих задач.

Разработана архитектура среды выполнения моделей компонентов встроенных систем реального времени на основе стандарта высокоуровневой архитектуры (HLA).

Литература

1. Моисеев Е.И., Ложкин С.А., Тихомиров В.В. Инновационная научно-образовательная деятельность на факультете ВМК МГУ //Международная конференция «Образование, наука и экономика в вузах. Интеграция в международное образовательное пространство», 2011, октябрь, Труды, Тезисы. С 151-152.

2. Моисеев Е.И., Тихомиров В.В. Инновационные образовательные программы факультета ВМК МГУ // Международный симпозиум «Информационно-коммуникационные технологии в индустрии, образовании и науке». 2010, Караганда, декабрь, Труды, С. 38-46.

3. Моисеев Е.И., Тихомиров В.В.. Подготовка кадров на факультете ВМК МГУ им. М.В. Ломоносова // Прикладная информатика. №3 (27). С. 24-31, 2010.

Монахов В.М.,

Московский государственный
Гуманитарный университет имени М.А.Шолохова
monakhovvm@mail.ru

Монахов Д.Н.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
старший преподаватель, к.п.н
monahovdn@yandex.ru

Технологический учебник полного цикла и управление качеством формируемых профессиональных компетенций

Переход от ступенчатой системы образования на двухуровневую (бакалавр, магистр) естественно упирается, во-первых, в необходимость смены парадигмы образования, во-вторых, в многочисленные зоны кризиса, накопившиеся как в теории, так и в образовательной практике за последние годы.

Первая зона кризиса не только отечественного, но и мирового образования, это *целеполагание*. Другими словами, это необходимость правильного понимания и осознания того, что мы хотим получить на выходе или в результате предстоящих проектировочных и экспериментальных педагогических исследований.

Вторая зона кризиса – это непонимание того, что, к глубокому сожалению, педагогическая наука *не обладает точными методами* решения педагогических задач. Все решается или волевыми методами, или методами, не имеющими ничего общего с наукой. Здесь необходимо философское осознание разницы между точными методами и приближёнными методами.

Третья зона кризиса состоит в том, что при реформировании и модернизации отечественного образования не была в должной степени использована *философия и методология педагогического проектирования*. А педагогическое проектирование позволяет достаточно точно представить вектор движения к цели, целесообразную последовательность этапов проектировочной деятельности, логическую структуру содержания пути исследования от поставленной цели к ожидаемому результату.

Четвёртая зона кризиса - самая главная для методических исследований, ибо она связана с философским обоснованием соотношения между проектировочной деятельностью по решению педагогической проблемы и экспериментальной деятельностью, подтверждающей или не подтверждающей правомочность или неправомочность построенного

объекта или системы.

В настоящее время целый ряд исследователей серьёзно обеспокоены первой из перечисленных зон кризиса – зоны целеполагания. Так А.В. Боровских и Н.Х. Розов отмечают, что педагогическая деятельность не дает решения возникших вопросов, поскольку сама изобилует хаотичными и бессвязными инициативами и инновациями. Проблемы образования являются системными и упираются в главный вопрос – о целях образования».

Такой системный анализ был сделан профессором Сухомлиным В.А. [12] в докладе «Реформа высшей школы – анализ итогов» // V Международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии и ИТ-образование» 2010г МГУ. Сухомлин В.А. констатирует:

1) «... с помощью ФГОС знания или содержание обучения изгоняется из нормативного пространства Российской системы ВПО и заменяется лозунгами»;

2) «В ФГОС используется примитивнейшая модель компетенции»;

3) «В мировой образовательной практике давно применяются гораздо более искусные системы компетенций, в том числе использующие специальные метрики для количественной оценки компетенций - целей обучения. Такие системы основаны на описаниях стандартизованных объемов знаний»;

4) «...весь мир вовлечен в процесс проектирования знаний, и эти знания есть основной продукт и товар в обществе»;

5) «...переход к ФГОС разрушает годами формирующуюся систему учебно-методического обеспечения высшей школы».

Всё вышеприведенное убедительно показывает, насколько «дезориентирован вектор методической работы системы ВПО».

Если суммировать эти вышеприведенные цитаты безусловных авторитетов в области высшего профессионального образования, то можно сказать, что, участвуя в переналадке всей системы учебно-методического обеспечения ВПО (на примере университета МГГУ им. М.А.Шолохова), мы рассматриваем решение поставленной Министерством образования и науки РФ задачи как *решение некорректно поставленной методической задачи корректными методическими методами*. Это напоминает формулировку Постановления Совета министров СССР о присуждении Государственной премии академику А.Н.Тихонову «За решение некорректно поставленных задач корректными математическими методами».

Любая модернизация образования предполагает или эволюционное перерастание отдельных компонентов традиционной методической системы в инновационную, или их одномоментную замену. Другими словами: или выстраивание новой системы идёт с нуля, или бесконечное перманентное совершенствование компонентов традиционной системы.

В докладе представлен системный подход к учебно-методическому

обеспечению целостного процесса формирования профессиональных компетенций ФГОС ВПО и оценки их качества. Это обеспечение реализуется в технологическом учебнике полного цикла и в технологическом мониторинге качества формируемых компетенций. В обоих педагогических объектах использована модель учебного процесса и педагогическая технология проектирования учебного процесса В.М.Монахова. В качестве примера представлена модульная структура технологического учебника полного цикла, где в каждом модуле формируются конкретные профессиональные компетенции. В комплект учебника входит DVD с компьютерной системой автоматической обработки результатов диагностик.

Проблемы современного вузовского учебника, ведущего компонента любого образовательного процесса, связаны со следующими вопросами, каковы функции учебника в новых условиях и требования формирования профессиональных компетенций, как должна измениться структура содержания учебника и форма подачи учебного материала, что должно измениться в учебнике в связи с радикальным изменением природы контроля и оценки успехов студентов. Каким же сегодня должен быть вузовский учебник?

В отечественной методике и педагогике проблеме учебника традиционно уделялось достаточно много внимания. Так в 70-е годы XX века Д.Д.Зуев, тогдашний директор издательства «Просвещение», многоаспектно занимаясь исследованием проблемы школьного учебника, привлек очень многих авторов школьных и вузовских учебников к изложению своих концептуальных позиций и взглядов на учебник, систематизировал эти позиции и издал более двух десятков достаточно объемных выпусков под общим грифом «Проблемы школьного учебника». К глубокому сожалению, до сих пор методы и своего рода технологии создания хороших учебников не исследуются и не становятся достоянием методической и педагогической науки. До сих пор одной из тайн методической науки XX века являются школьные учебники А.П.Киселёва. Как простой учитель гимназии из города Орёл сумел создать блистательные учебники алгебры и геометрии, которые более полувека работали в отечественной школе, став дидактической классикой?

Будучи автором целого ряда школьных стабильных учебников, выходявших в свое время ежегодным тиражом более четырёх миллионов экземпляров (первый учебник «Основы информатики и вычислительной техники» для средних учебных заведений в соавторстве с академиком А.П.Ершовым, а так же учебники «Алгебра -8», «Алгебра -7» под редакцией А.И.Маркушевича), суммарный тираж которых существенно превысил 80 миллионов экземпляров, могу аргументированно утверждать, что используемый современными авторами подход к созданию учебников оставляет желать много лучшего. Более того, я считаю, что авторские коллективы должны в существенно большей степени использовать

современные достижения педагогической науки, вырабатывая своего рода авторскую технологию создания вузовского учебника.

В последние годы наше основное внимание было направлено на создание *вузовского технологического учебника полного цикла*. В качестве учебного предмета была выбрана высшая математика для специальности 220501 «Управление качеством». Сначала была проведена дидактическая и методическая переналадка системы ВПО при реализации ФГОС ВПО. Особое внимание было уделено исследованию инновационных функций следующих понятий

- *целеполагание,*
- *структура содержания,*
- *содержание и формы диагностики,*
- *проектирование инновационной методической системы преподавания,*
- *компетентностная модель выпускника,*
- *стандартизированные объемы знаний,*
- *специальные метрики для количественной оценки компетенций -целей обучения.*

Разработка этих инновационных дидактических категорий и их технологическое встраивание в модель методической системы преподавания с наперед заданными свойствами естественно привело к серьезному развитию дидактических понятий и приданию им инновационных функций[7].

После такого методического вступления возвращаемся к проблеме построения модели вузовского учебника как ведущего компонента учебно-методического обеспечения целостного процесса формирования компетенций. В качестве примера был выбран учебник высшей математики. Почему? Инновационным событием в отечественной высшей школе явилось создание на факультете вычислительной математики и кибернетики МГУ им.М.В.Ломоносова под руководством академика РАН В.В.Воеводина и член-корреспондента РАН Вл.В.Воеводина электронной энциклопедии «ЛИНЕАЛ». В 2006 году выходит книга «ЛИНЕАЛ», в Предисловии к которой читаем: «Весь опыт преподавания не только линейной алгебры, но и многих других дисциплин показывает, что эффективность освоения материала при традиционном использовании связки книга-преподаватель практически достигла своего предела. Следовательно, для дальнейшего повышения эффективности необходимо привлечение каких-то новых технологий. Как будто бы ответ на вопрос, что это за технологии, ясен. Ведь всюду только и говорится о компьютеризации знаний, электронных образовательных средствах, информатизации образования, дистанционном обучении. Но если ответ ясен, то почему не видно обилия компьютерных учебников? И в чем причина того, что электронные образовательные средства так трудно внедряются в процессы

обучения?»[1,с.7]

Книга «ЛИНЕАЛ» представила собой попытку «объединения традиционной, электронной и дистанционной форм образования в конкретной математической области». Формирование курса линейной алгебры начиналось с четкой формулировки главной цели, далее ответ на вопрос, насколько в действительности необходимы изменения курса и как повысить эффективность самого процесса овладения материалом.

Еще раз обращаем внимание, что эти идеи высказали профессиональные математики высокого класса, весьма далекие от методики и методологической науки. Для нас самым важным явилась их идея о главной цели преподавания математики: в вузе надо формировать «основы вычислительного фундамента» выпускника. Мы солидарны с В.В.Воеводиным и Вл.В.Воеводиным, что *главная цель учебника по математике - это формирование основ вычислительного фундамента, а принципиально новые методы освоения сложного математического материала мы видим в многоаспектном использовании педагогических технологий.* Одавая должное концептуальным идеям, положенным в основу учебника «ЛИНЕАЛ», в создании нашего учебника «Математика» мы пошли другим путем. Наша позиция становится ясной из ответов на вопросы «Почему технологический?», «Почему полного цикла?» и «О каком цикле вообще идет речь?» Технологические учебники появились в 90-е годы. Они стали инновационным приложением *теории педагогических технологий* В.М.Монахова. В монографии В.М.Монахова "Введение в теорию педагогических технологий" [2] представлены основы этой теории и многочисленные её приложения в большинстве предметных методик.

В 1999 году В.М.Монахов совместно с учителями математики школы №77 г. Ульяновска создает *технологический учебник "Алгебра -8"*[3], остро направленный на минимизацию типичных ошибок учащихся. В том же году создается *технологический федеральный учебник "Алгебра-7"* авторов А.Г.Мордковича и В.М.Монахова [8], в котором А.Г.Мордкович главную цель изучения алгебры сформулировал как освоение математического языка и математической модели. Авторы считают математику гуманитарным предметом, который позволяет субъекту правильно ориентироваться в окружающей действительности и «ум в порядок приводить». Математика любой реальный процесс описывает на особом *математическом языке* в виде *математической модели*. Следует заметить, что общеобразовательная школа стала первой экспериментальной площадкой для технологических учебников, результаты этой экспериментальной работы позволили создать и издать *фундаментальный технологический учебник "Математический анализ"* в двух частях авторов А.И.Нижникова, В.М.Монахова, Т.К.Смыковской [9] для физико-математических факультетов. Этот учебник математического анализа стал вузовским технологическим учебником нового поколения, созданным по педагогической технологии В.М.Монахова. Учебник стал и продуктом технологического проектирования учебного

процесса, и результатом большой экспериментальной работы по реализации этого проекта в вузе.

Содержание во всех перечисленных учебниках структурировалось по учебным темам. Каждая учебная тема представлялась *технологической картой* – фундаментальным результатом теории педагогических технологий В.М.Монахова.[2]. В структурной основе технологической карты лежит параметрическая *модель учебного процесса*. Модель учебного процесса включает пять параметров: целеполагание, диагностика, коррекция, дозирование, логическая структура.

Целеполагание представляет определенный элемент требований стандарта в форме *микроцели* (в учебной теме не более 5 микроцелей).

Диагностика – небольшая самостоятельная работа. Полная диагностика – 4 задания: первые два на уровне требований стандарта, третье – уровень оценки *хорошо* и четвертое задание – уровень оценки *отлично*. Неполная диагностика – только два первых задания. Двадцатипятилетний опыт масштабного внедрения этой диагностики в вузах и школах Российской Федерации, Республики Белоруссия, Республики Казахстан, Республики Крым, Республики Украина показал ее высокую объективность и эффективность.

Коррекция – профилактика и предупреждение типичных ошибок.

Дозирование – это технологический механизм гарантированности успешной диагностики. Самостоятельное решение специально подобранной системы задач, как правило, гарантирует успешную диагностику.

Логическая структура – это эффективная и оптимальная модель структурирования учебного процесса по данной учебной теме в условиях стандарта.

Технологические карты всех вышеперечисленных учебников стали своего рода языком общения и взаимопонимания между преподавателем и студентами, между учителем и учениками. Более того, технологическая карта при ее использовании в учебнике становится методическим паспортом учебной темы, авторизованным преподавателем, проектом учебного процесса, продуктом технологического структурирования всего содержания учебника. При этом формируется однозначно понимаемый и студентом, и преподавателем язык общения.

При создании первоначальной модели вузовского технологического учебника мы пытались реализовать в ней следующие принципиально новые функции:

- сделать *легитимной систему целей* обучения;
- сформировать *методическое видение* федерального государственного образовательного стандарта ВПО;
- продемонстрировать, как при проектировании диагностики происходит *перевод требований стандарта* на язык математической деятельности;

- знакомить с *дозированием* самостоятельной деятельности студентов

Раскрывать исследовательские функции *педагогической технологии* проектирования учебного процесса В.М.Монахова при дозировании, коррекции и оптимизации проекта учебного процесса, подчеркивая, что через правильно выбранную дозу самостоятельной работы можно управлять вероятностью успешного прохождения диагностики;

- выстраивать *логическую структуру* учебного процесса как последовательность определенных стадий профессионального становления студентов, направленных на формирование основных элементов профессиональных компетенций;

- *оптимизировать траекторию* выведения студента на уровень требований стандарта, т.е. компетенций.

Мы трактуем методическое понятие «*учебник полного цикла*» как наличие в проекте продуктивного и эффективного учебного процесса всех последовательных стадий структурирования содержания и организации профессионального обучения: от ФГОС ВПО - документа, определяющего и регламентирующего *цель* вузовского образования, до конечного *результата* профессионального образования, т.е. факта сформированности (или несформированности) на определенном уровне профессиональной компетенции. Оценка конечного результата профессионального образования должна выдаваться технологическим мониторингом, включающим компьютерную систему.

Методическая сущность учебника полного цикла заключается в радикальной методической переналадке всего учебно-методического обеспечения профессионального образования в вузе. Методическая переналадка затронула такие важнейшие категории учебного процесса как *целеполагание, учебный процесс, содержание учебного процесса, методическая система преподавания* [4]. Представленная ниже *цепочка стадий полного цикла* формирования учебно-методического обеспечения профессионального обучения дает достаточно целостное представление о содержании и характере методической переналадки в новых условиях.

Созданная модель технологического учебника полного цикла обеспечивает и целостность учебного процесса, и гарантированность конечных результатов обучения и на уровне проекта, и на уровне его реализации, и на уровне результата, т.е. сформированных компетенций. Модель учебника, как ведущего компонента учебно – методического обеспечения целостного процесса формирования компетенций, предполагает следующие *16 стадий разработки*. Думается в перспективе их число может колебаться, их может быть больше или меньше, но основные взаимосвязи стадий должны сохраняться и стать *инвариантом целостного полного цикла*.

1) *Переход* от ФГОС ВПО к компетентностной модели выпускника КМВ.

2) *Четырехуровневое* целеполагание, КМВ есть сумма компетенций, модуль–проект процесса, ориентированный на формирование компетенций.

3) *Структурирование* содержания учебной дисциплины по модулям.

4) *Проектирование модуля* как процесса формирования суммы профессиональных компетенций.

5) *Проектирование профессиональных компетенций* как суммы профессиональных задач.

6) *Разложение профессиональных задач* на сумму учебных задач

7) *Проектирование учебного процесса* по формированию готовности решать профессиональные задачи, входящие в профессиональную компетенцию, в виде технологических карт ТК первого типа.

8) *Проектирование учебного процесса* по формированию профессиональных компетенций, образующих модуль М, в виде технологических карт ТК второго типа.

9) *Реализация проекта учебного процесса* по технологическим картам решения систем учебных задач.

10) *Диагностика* по ТК первого типа.

11) *Реализация проекта учебного процесса* по ТК решения профессиональных задач.

12) *Диагностика* по ТК второго типа.

13) *Компьютерная система* аналитической обработки результатов диагностики – КСАО.

14) *Информация*, выдаваемая компьютерной системой.

15) *Коллоквиум*.

16) *Реализация рекомендаций* по оптимизации проекта учебного процесса – как высшая форма профессиональной деятельности преподавателя.

Следующие *инвариантные взаимосвязи образуют каркас целостности полного цикла: от стандарта к формированию КМВ, от многоуровневого целеполагания к структурированию содержания по модулям, от проектирования процесса по освоению системы учебных задач к проектированию процесса по освоению профессиональных задач, от реализации проекта процесса по технологическим картам к диагностике (Профессиональная задача рассматривается как цель для проектирования группы учебных), от передачи результатов диагностик до результирующей информации, выдаваемой компьютерной системой.*

Сформированность отдельной профессиональной компетенции у студента предполагает умение решать определенную группу профессиональных задач. Готовность решать конкретную профессиональную задачу формируется через решение группы специально разработанных традиционных учебных задач. Другими словами, самостоятельное выполнение студентами определённой группы учебных задач должны гарантировать готовность успешного решения профессиональной задачи. Профессиональная компетенция

рассматривается как цель для проектируемой группы профессиональных задач. Другими словами, самостоятельное выполнение студентами группы профессиональных задач гарантирует сформированность данной профессиональной компетенции.

Преподаватель, работающий с данным учебником, может вносить изменения в представленный проект учебного процесса. Если у преподавателя накоплена своя система задач и упражнений (учебных задач), то он может их использовать при разработке своих технологических карт, более адекватно отражающих его стилистику преподавания.

Особенности структуры учебника "Математика" авторов В.М.Монахова, А.Г.Мусаелян, Д.Н.Монахова [7]. Учебник состоит из 4 модулей. В каждом модуле формируются профессиональные компетенции. Всего этих компетенций 10. Структурно содержание технологического учебника представляют 14 ТК двух типов. Десять ТК показывают методические особенности процесса формирования десяти профессиональных компетенций. На рис.1 дана реальная технологическая карта из учебника. Четыре технологических карты показывают структуру каждого из четырех модулей. Каждый модуль представлен отдельным разделом учебника, как показано в ниже приведенном оглавлении.

Раздел I Первый модуль "Аналитическая геометрия"

1.1 Технологическая карта №1 "Элементы линейной алгебры»

1.2 Методический комментарий по формированию компетенции 1
(К1)

1.3 Технологическая карта №2 "Линейные и нелинейные операции над векторами"

1.4 Методический комментарий по формированию компетенции 2
(К2)

1.5 Технологическая карта №3 "Определение взаимных расположений различных уравнений прямых и плоскостей"

1.6 Методический комментарий по формированию компетенции 3
(К3)

1.7 Технологическая карта №4 "Модуль1"Аналитическая геометрия""

1.8 Коллоквиум по первому модулю"Аналитическая геометрия"

Раздел II Второй модуль "Дифференциальное исчисление функций одного и нескольких переменных"

2.1 Технологическая карта №5 "Основные неопределенности при подсчете различных пределов"

2.2 Методический комментарий по формированию компетенции 4
(К4)

2.3 Технологическая карта №6 "Дифференциальное исчисление функций одного переменного"

2.4 Методический комментарий по формированию компетенции 5
(К5)

2.5 Технологическая карта №7 "Дифференциальное исчисление

функций нескольких переменных"

2.6 Методический комментарий по формированию компетенции 6
(К6)

2.7 Технологическая карта №8 "Модуль 2" Дифференциальное исчисление функций одного и нескольких переменных"

2.8 Коллоквиум по второму модулю "Дифференциальное исчисление функций одного и нескольких переменных"

Раздел III Третий модуль "Интегральное исчисление функций одного переменного"

3.1 Технологическая карта №9 "Интегральное исчисление функций одного переменного"

3.2 Методический комментарий по формированию компетенции 7
(К7)

3.3 Технологическая карта №10 "Интегральное исчисление функций одного переменного на отрезке"

3.4 Методический комментарий по формированию компетенции 8
(К8)

3.5 Технологическая карта №11 "Решение различных обыкновенных дифференциальных уравнений"

3.6 Методический комментарий по формированию компетенции 9
(К9)

3.7 Технологическая карта №12 "Модуль 3" Интегральное исчисление функций одного переменного"

3.8 Коллоквиум по третьему модулю "Интегральное исчисление функций одного переменного"

Раздел IV Четвертый модуль "Ряды"

4.1 Технологическая карта №13 "Исследование различных рядов"

4.2 Методический комментарий по формированию компетенции 10
(К10)

4.3 Технологическая карта №14 "Модуль 4" Ряды"

4.4 Коллоквиум по четвертому модулю "Ряды"

Раздел V Технологический мониторинг качества формирования профессиональных компетенций

5.1 Структура технологического мониторинга

5.2 Компьютерная система аналитической обработки результатов диагностики

5.3 Руководство пользователя программы "КСАО"

5.4 Какую информацию получает студент от компьютерной системы

5.5 Какую информацию получает преподаватель от компьютерной системы

5.6 Управление качеством учебного процесса при формировании компетенций

Основные учебно-методические инновации, реализованные в настоящем учебнике

1. Учебник обеспечивает реализацию *компетентностной модели выпускника - КМВ*.

2. Учебник создан для *методической системы преподавания с наперед заданными свойствами - МСП*. Заданные свойства – это требования стандарта, представленные в форме *компетенций*.

3. В учебнике требования и содержание ФГОС ВПО переведены на язык *наперед заданных свойств МСП*.

4. Осуществлен *задачно-деятельностный подход* к конкретизации сущности данных профессиональных компетенций ФГОС.

5. В учебнике используется *имеющаяся практика* освоения традиционной системы задач и упражнений при формировании готовности к решению профессиональных задач, характерных для конкретной компетенции.

6. Учет таких элементов европейского опыта компетентностного подхода, как *стандартизированные объемы знаний и специальные метрики знаний количественной оценки сформированности компетенций*.

7. Впервые в учебнике реализовано представление содержания в форме *стандартизированного объема знаний*, на базе которого осуществляется формирование компетенций ФГОС ВПО.

8. Стандартизированным объемом знаний выступает *технологическая карта*. Инновационное представление содержания технологического учебника в виде технологических карт **ТК** двух типов. Первый тип **ТК** - это проект учебного процесса, где основным содержанием обучения является система учебных задач **УЗ**, которая формирует у студентов готовность решить определенную профессиональную задачу **ПЗ**. Второй тип **ТК** – это проект учебного процесса, где содержанием выступают профессиональные задачи **ПЗ**, овладение решениями которых свидетельствует о сформированности профессиональной компетенции **К**.

9. Технологические карты учебника вместе с *технологическим мониторингом* выполняют функцию *специальных метрик знаний* для количественной оценки сформированности компетенций – главных целей обучения.

Впервые учебник полного цикла функционирует в методической системе преподавания в органическом единстве с технологическим мониторингом, динамично отслеживающим *качество* профессиональной подготовки студентов, *качество* проекта учебного процесса и *качество* функционирования *МСП*. В технологический мониторинг поступает информация от *компьютерной системы аналитической обработки*

10. *результатов диагностик-КСАО*, которая прилагается к учебнику в виде DVD.

© Монахов В. М.	Формирование умения решать профессиональные задачи ПЗ _{3j} , обеспечивающие компетенцию К ₃ : "Готовность решать ПЗ, связанные с интегральным исчислением функций одного переменного по отрезку"	Составитель: Мусаелян А. Г.
Целеполагание	Диагностика	Коррекция (типичные ошибки)
В₁(ПЗ81) Уметь решать учебные задачи УЗ81 _к типа: "Применение основных методов интегрирования, используя формулу Ньютона-Лейбница"	Д₁(УЗ81_к) 1. $\int_0^{0.8} x \sqrt{6x^3 + 2} dx$ 2. $\int_0^e \frac{2 \ln x + 1}{x} dx$ 3. $\int_0^1 (9x + 4) \cos \pi x dx$ 4. $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \sqrt{x} dx$	КОР₁ 1. Неправильно определятся при методе замены внутренней функции у сложной. 2. Неправильно определен тип интеграла при интегрировании методом "по частям"
В₂(ПЗ82) Уметь решать учебные задачи УЗ82 _к типа: "Геометрическое приложение определенного интеграла"	Д₂(УЗ82_к) 1. Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями: $y = \sqrt{x}$, $y = x - 2$, $y = 1$. 2. Вычислить объем фигуры, полученной вращением графика $y = \sqrt[4]{1 + 3x}$, $0 < x < 1$, вокруг оси OX . 3. Вычислить длину дуги кривой $y = \ln \sin x$ от $x = \frac{\pi}{3}$ до $\frac{2\pi}{3}$. 4. Найти площадь фигуры, заключенной между параболой $y = -x^2 + 4x - 3$ и касательными к ней в точках (0, -3) и (3, 0).	КОР₂ 1. Неправильно определены точки пересечения графиков, т. е. пределы интегрирования. 2. Неточно применяются формулы геометрического приложения определенного интеграла
Дозирование Стандарт ДОЗ(УЗ81_к) . 2231, 2242, 2295, 2237, 2240, 2259, 2260, 2268. ДОЗ(УЗ82_к) 2458, 2460, 2561, 2564.	Хорошо 1906, 1909, 1884, 1840. 2520, 2523.	Отлично 2319. 2461, 2486.

11. Дидактический принцип наглядности в учебнике реализуется в виде «анатомической» схемы, своего рода методической траектории формирования профессиональной компетенции. Каждый преподаватель, работающий с учебником, получает возможность самому редактировать проект учебного процесса, вносить в него необходимые изменения с учетом

особенностей данной студенческой группы, с которой он работает, и своей профессиональной методической и математической квалификации. Учебник предусматривает возможность самому преподавателю проектировать как учебный процесс, так и его отдельные компоненты, опираясь на свой профессиональный опыт.

На рис.1 приведена реальная технологическая карта рассматриваемого учебника.

В методическом комментарии к каждой технологической карте дается анатомическая схема. В качестве примера рассмотрим «анатомическую» схему (рис.2) формирования профессиональной компетенции K_1 :

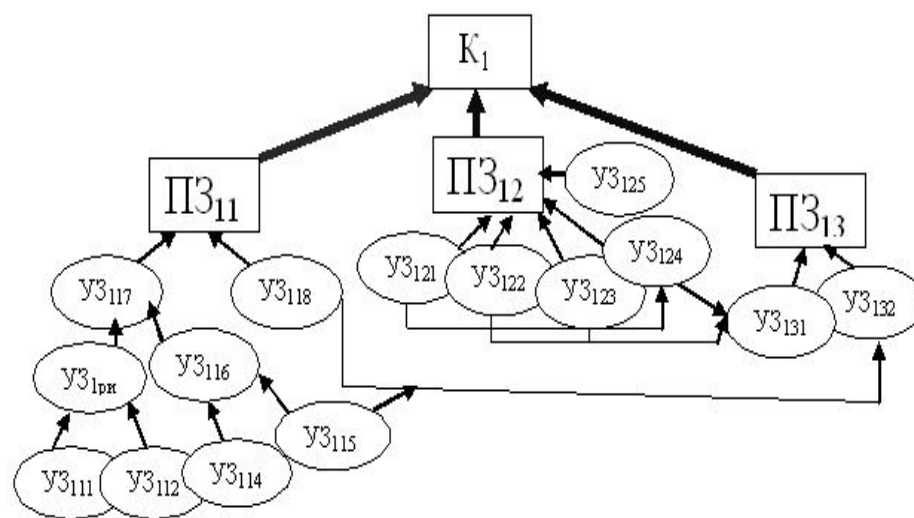


Рис. 2

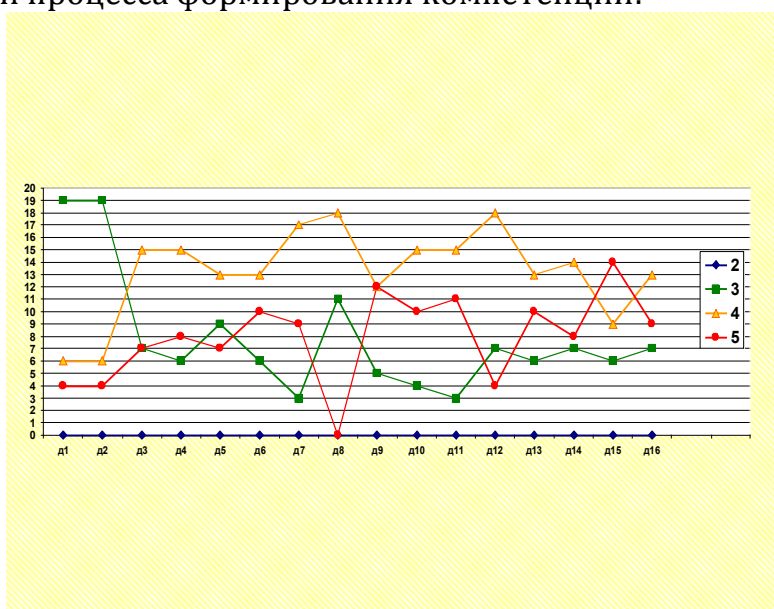
Прокомментируем данную "анатомическую" схему, на которой показано стрелками все методические траектории формирования компетенция K_1 через формирование готовности решать профессиональные задачи ПЗ11, ПЗ12, ПЗ13.

Готовность решать профессиональную задачу ПЗ11 формирует и обеспечивает последовательное решение группы учебных задач по теме "Операции над матрицами" в следующем порядке: сначала решаются задачи UZ111 и UZ112. Эти две учебных задачи подготавливают студента к решению UZ113, после решения которой студент «наполовину» готов к решению задачи UZ117. Для того, чтобы он был полностью готов, необходимо решить задачи UZ114 и UZ115. Последние две задачи позволяют успешно решить задачу UZ116. И только теперь, решив задачи UZ116 и UZ113, приступаем к решению базовой задачи UZ117. Второй базовой задачей как видно из схемы является задача UZ118. После решения двух базовых задач этого набора, можно считать, что у студента сформирована готовность к решению профессиональной задачи ПЗ1.

Таким же образом выполняются и остальные задачи. Все рассмотренные в методическом комментарии по формированию компетенции K_1 учебные задачи взаимосвязаны друг с другом и раскрывают суть профессиональных задач. Необходимо заметить, что анатомическая схема построена для категории "стандарт". Если студент может или хочет получить за учебную тему "хорошо" или "отлично", то ему необходимо прорешать предложенные учебные задачи типа 3 и 4 в ТК₁ для ПЗ₁₁, ПЗ₁₂ и ПЗ₁₃. Таким образом, анатомическая схема выполняет своеобразную функцию навигатора, широко используемого автомобилистами.

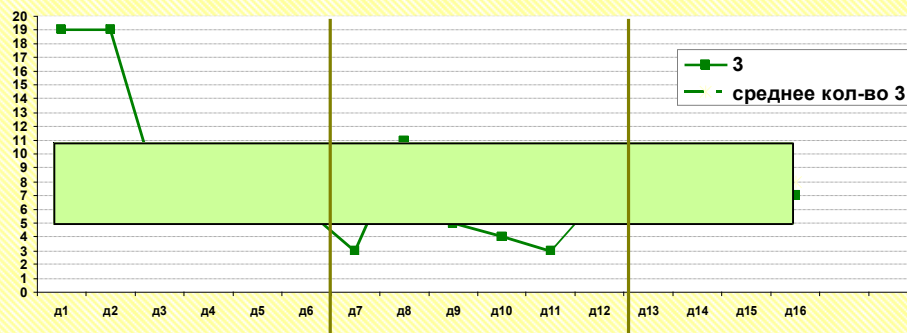
Каждый студент группы получает от компьютерной системы график траектории своих успехов. Психолого-дидактический анализ отношения студента к профессиональному обучению оставляем преподавателю.

Компьютерная система КСАО выдает преподавателю график группового портрета студентов (рис.3), достаточно абстрактного, в котором, как увидим позже, проявляется много глубинных закономерностей процесса формирования компетенций:



На следующем рис.4 дан отдельно график колебания числа студентов, выполнивших диагностику на оценку удовлетворительно. Пунктиром показано среднее значение числа студентов, получивших эту оценку за все диагностики. Идея проф. В.Ф.Любичевой об ограничении разброса числа студентов от диагностики к диагностике реализована в виде некой доверительной полосы.

Анализ кривой на оценку «стандарт»



Среднее количество оценок «3» - 8
 20 % от 29 человек – 6, 10% от 29 человек - 3
 Диагностики на «3», не попавшие в область 20% :
 точки минимума Д7, Д9, Д10, Д11
 точки максимума Д1, Д2, Д8

Рекомендации

Диагностика	На «стандарт»	На «хорошо»	На «отлично»
Точки минимума	Д7, Д9, Д10, Д11	Д1, Д2, Д15	Д1, Д2, Д8, Д12
Точки максимума	Д1, Д2, Д8	Д7, Д8, Д12	Д9, Д11, Д15

Пересмотреть блоки ТК №1, ТК №3, ТК №4, ТК №5

1) Последовательность микроцелей:

- Выясните, не прерываются ли темы №1, 3, и 5 каникулами или праздничными днями.

2) диагностика:

- в диагностиках Д1, Д2 следует уменьшить уровень сложности заданий диагностик на оценку «4» и «5»;
- в диагностиках Д9, Д11 и Д15 следует увеличить уровень сложности заданий диагностики на «отлично»;
- в Diagnostиках Д8 и Д12 следует уменьшить уровень сложности заданий диагностики на «отлично»;
- в диагностике Д7 следует увеличить сложность заданий диагностики на «хорошо»;

3) дозирование:

- Пересмотрите дозу самостоятельной работы в темах

4) Логическую структуру:

- В ТК №1 следует увеличить количество часов на изучение В1 и В2;
- В ТК № 3 следует увеличить количество часов на изучение В2;

Литература

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Энциклопедия линейной алгебры. Электронная система «ЛИНЕАЛ», С.-Петербург. «БХВ-Петербург», 2006.
2. Монахов В.М. Введение в теорию педагогических технологий, изд. "Перемена", Волгоград, 2006.
3. Монахов В.М. Алгебра - 8, Школа современного учителя, технологический

учебник, М.-Ульяновск, 1999.

4. Монахов В.М. Компетентностно - контекстный формат обучения и проектирование образовательных модулей ./Вестник МГГУ им.МАШолохова. 2012, № 1, С.49-60.

5. Монахов В.М. Технологии проектирования методических систем с заданными свойствами // Высшее образование в России.М. 2011 № 6 .С.59 -66.

6. Монахов В.М. Перспективы понятийно-категориального аппарата дидактики при переходе к новым ФГОС ВПО. // Педагогика , 2012. № 5.

7 Монахов В.М., Мусаелян А.Г., Монахов Д.Н. "Математика" технологический учебник//изд. МГУП 2012.

8. Мордкович А.Г., Монахов В.М. Алгебра - 7. Технологический учебник, изд. НИПК, М.-Новокузнецк, 1999.

9. Нижников А.И., Монахов В.М., Смыковская Т.К. Методическая система изучения курса математического анализа, учебное пособие, РИЦ "Альфа", М., Части 1 и 2 1999.

10. Боровских А.В., Розов Н.Х. «Деятельностные принципы в педагогике и педагогическая логика»// Пособие для системы профессионального педагогического образования, переподготовки и повышения квалификации научно-педагогических кадров. – М.: МАКС пресс, 2010, МГУ, с.7.

Бахусова Е.В.

Тольяттинский филиал Российского государственного
социального университета, доцент,
bahusova@mail.ru

Нечёткая математика для IT-специалистов

Аннотация

В статье изложен краткий исторический очерк развития нечёткой математики, дан обзор сфер применения приложений нечёткой математики, выделены методические особенности преподавания дисциплины «Нечёткая математика» в вузе для будущих IT-специалистов.

Математическая подготовка IT-специалистов в вузе за последнее десятилетие пополнилась новой дисциплиной, знакомящей студентов с основами и приложениями нечёткой математики (fuzzy-математика). Нечёткая математика зародилась и сформировалась во второй половине прошлого столетия в связи с развитием интеллектуальных систем. Чтобы максимально приблизить механизм компьютерной обработки информации к мышлению человека, необходимо было разработать новый математический аппарат, формализующий неоднозначные, нечёткие утверждения типа «высокая скорость», «низкая зарплата», «молодой человек» или нечёткие оценки типа «неплохо», «более или менее», «скорее да, чем нет» и т.д. Базовые понятия нового направления в математике - «нечеткое множество», «нечёткое отношение», «нечёткое высказывание», «нечёткое число» и т.д. послужили началом для математических исследований, в рамках которых за короткий срок были предложены нечеткие обобщения всех основных теоретико-множественных и формально-логических понятий.

Основателем нечёткой математики принято считать профессора Калифорнийского университета (Беркли) Лотфи Заде, родившегося в Азербайджане в 1921 году [1]. С 1944 года Л.Заде проживает в США. Первая работа, принесшая ему известность в международном сообществе, посвящена частотному анализу нестационарных цепей. В 1952 году вместе с Ч. Рагассини он предлагает интересное обобщение теории экстраполяции Н. Винера. В это же время Л.Заде работает над методом Z-преобразования для дискретных систем. В 1957 году он становится профессором Колумбийского университета в сфере электрической инженерии и, по рекомендации Н.Винера, переезжает в Калифорнию. В Калифорнийском университете в Беркли он возглавляет кафедру компьютерных наук и электротехники. В 1963 году предлагает теорию пространства состояний, в корне изменившую теорию управления, и вместе с Ч. Дезоиром публикует книгу «Теория линейных систем». В середине 1960-х годов

Лотфи Заде становится одним из самых известных специалистов в области теории автоматического управления и её приложений. В 1965 году Лотфи Заде опубликовал первую научную статью по нечётким множествам «Fuzzy Sets» [2]. Термин «fuzzy» в переводе с английского означает «нечеткий», «размытый», «пушистый». Есть мнение, что импульсом для создания новой теории послужил спор профессора Л. Заде со своим другом о том, чья из жен привлекательнее. К единому мнению они так и не пришли, но этот спор побудил ученого разработать концепцию, позволяющую формализовать на математическом языке нечеткие понятия типа «привлекательность».

Вместе с разработкой теоретических основ нечёткой математики, Лотфи Заде прорабатывал возможности ее практического применения. В 1973 году ему удалось показать, что нечеткая логика может быть положена в основу нового поколения интеллектуальных систем управления.

Наиболее значимыми из работ в области нечёткой математики следует отметить публикации Л. Заде, Д. Дюбуа (D. Dubois) и А. Прада (H. Prade) по теории нечеткой меры и меры возможности, М.Сугено (M. Sugeno) по нечеткому выводу и нечеткому интегралу, Дж. Беждека (J. Bezdek) по нечеткой кластеризации и распознаванию образов, Р. Ягера (R. Yager) по нечеткой логике [3].

В середине 1970-х гг. были предложены первые реализации нечетких моделей в промышленности, а в начале 1980-х гг. нечеткая математика получила свое дальнейшее развитие в целом ряде программных средств поддержки принятия решений и в экспертных системах анализа данных.

В конце 1980-х годов Бартоломеем Коско была доказана теорема о нечеткой аппроксимации (Fuzzy Approximation Theorem), согласно которой *любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечеткой логике*. Была исследована взаимосвязь нечеткой логики и теории нейронных сетей [4]. В работах М. Земанковой (Maria Zemanкова-Leech) и А. Кандела (Abraham Kandel) были заложены основы теории нечетких систем управления базами данных, способных оперировать неточными данными, обрабатывать нечетко заданные запросы, а также использовать качественные параметры наряду с количественными. Была разработана нечеткая алгебра, позволяющая использовать при вычислениях как точные, так и приближительные значения переменных [5]. Широкое распространение получили изобретенные Б. Коско нечеткие когнитивные модели (Fuzzy Cognitive Maps), на которых базируется большинство современных систем динамического моделирования в области финансов, политики и бизнеса.

В настоящее время приложения нечеткой математики можно найти в сотнях промышленных изделий — от систем управления электропоездами и боевыми вертолетами до бытовой техники. Нечеткая логика используется для принятия политических решений и моделирования возможных кризисных ситуаций в современных ситуационных центрах

руководителей западных стран, в программных системах, обслуживающих большой бизнес. Например, компания Yamaichi Securities на основе нечёткой логики разработала интеллектуальную банковскую систему для средне и долгосрочных операций с корпоративными бумагами системы, а компания Fuji Bank предложила нечеткую экспертную систему, управляющую игрой «электронного трейдера» на рынке ценных бумаг в режиме «on-line» (которую брокеры называют «коррида»). Первый год использования новой системы приносил банку в среднем \$770000 в месяц [3].

Американская компания Hyper Logic является разработчиком одной из самых мощных экспертных систем на основе нечеткой логики CubiCalc, которая сегодня применяется при решении десятков различных задач — от адаптивного управления оптовыми складами до моделирования рынка фьючерсных контрактов. Большинство пользователей CubiCalc — это финансовые и политические аналитики.

Нечеткой логике обязано своим рождением и новое поколение систем имитационного моделирования. Большинство программных комплексов, используемых в мире для экономического, политического и финансового моделирования, базируется на методах динамики систем (system dynamics), а последняя, в свою очередь, использует аппарат нечетких когнитивных схем (FCM), предложенных Б. Коско в начале 80-х XX в. и впервые испытанных «в боевых условиях» во время политического кризиса в Южной Африке. Без систем когнитивного моделирования не обходится ни один ситуационный центр военного и политического руководства западных стран [3].

Перечисленные выше программы — это сложные комплексные системы, требующие определенных усилий по освоению и настройке. К семейству легких и компактных программ, основанных на нечеткой алгебре, относится пакет FuziCalc американской фирмы FuziWare. Внешне FuziCalc — это обычная электронная таблица, оперирующая нечёткими числами. Благодаря своей компактности и простоте интерфейса, пакет FuziCalc в большом почете у бизнесменов, банкиров, крупных оптовиков, различных служб быстрого реагирования - спасателей из МЧС и др. Там, где исходные данные неточны и неполны, а скорость получения первых оценок критична, нечеткая алгебра практически не имеет альтернатив. На принципах нечеткой алгебры построен и один из отечественных программных продуктов «Бизнес-прогноз». Назначение этого пакета — оценка рисков и потенциальной прибыльности различных бизнес-планов, инвестиционных проектов и просто идей по развитию бизнеса.

Приведённый выше (далеко неполный) обзор программных продуктов, разработанных на основе нечёткой математики, и востребованность этих продуктов в различных областях профессиональной деятельности человека подтверждают важность знания нечёткой математики и её приложений в подготовке IT-специалистов. Использование

готовых программных продуктов для решения стандартных задач, как правило, не требуют от пользователя теоретических знаний нечёткой математики. Но эти знания необходимы для поиска новых возможностей применения нечёткой математики.

Остановимся подробнее на методических особенностях преподавания дисциплины «Нечёткая математика». Содержательно дисциплина делится на два раздела: *первый раздел* — основы нечёткой математики, *второй раздел* – алгоритмы задач принятия решений на основе нечёткой математики. В таблице 1 представлено содержание первого раздела: темы раздела, содержание тем и теоретические знания из классической математики, которые желательно знать студентам перед изучением тем.

Таблица 1

Темы	Содержание тем	Теоретические знания классической математики
Тема 1. Нечёткие множества	Определение и основные характеристики нечёткого множества.	Понятие множества. Числовые множества (N, Z, Q, R). Мощность множества. Способы задания множеств. Упорядоченные множества. Сравнение множеств. Операции над множествами. Способы задания линейной функции. Собственный вектор матрицы. Вероятность события. Относительные и абсолютные величины. Индексы.
	Виды и способы задания функций принадлежности.	
	Сравнение нечётких множеств. Операции над нечёткими множествами.	
	Расстояние между нечёткими множествами. Индексы нечёткости.	
Тема 2. Нечёткие величины, числа и интервалы	Определения нечёткой величины, нечёткого числа и нечёткого интервала	Определение нечёткого множества.
	Операции над нечёткими числами и интервалами.	
Тема 3. Нечёткие отношения	Определение нечёткого отношения. Способы задания и основные характеристики нечёткого отношения	Декартово произведение множеств. Понятие n-местного отношения. Бинарные отношения. Ориентированный граф. Операции над отношениями. Произведение матриц. Свойства бинарных отношений, заданных на одном множестве: рефлексивность, симметричность, транзитивность.
	Сравнение нечётких отношений. Операции над нечёткими отношениями	
	Композиция бинарных нечётких отношений.	
	Свойства бинарных нечётких отношений, заданных на одном универсуме.	
Тема 5. Элементы нечёткой логики.	Нечёткие высказывания и нечёткие логические операции.	Высказывания. Логические операции над высказываниями. Логические формулы. n-местный предикат. Операции навешивания кванторов общности и существования.
	Нечёткие логические формулы и их свойства.	
	Нечёткие предикаты и кванторы.	
	Нечёткая и лингвистическая переменная.	

	Нечёткие лингвистические высказывания.	
--	--	--

Как видно из третьего столбца таблицы 1, изучение раздела «Основы нечёткой математики» предполагает наличие у студентов знаний по теории множеств, математическому анализу, математической логике, теории вероятностей и математической статистике, линейной алгебре, что, к сожалению, далеко не всегда наблюдается в реальности. Специфика дисциплины заключается в том, что большинство вводимых в нечёткой математике понятий обобщают соответствующие понятия классической (чёткой) математики. Учитывая данную специфику дисциплины и математическую подготовку студентов, у лектора есть как минимум две стратегии проектирования содержания лекционного и теоретического материала дисциплины.

Первая стратегия рассчитана на математически подготовленного студента. В этом случае теоретический материал по нечёткой математике можно преподносить с опорой на уже известные понятия (свойства) из классической математики (множества, отношения, высказывания и т.д.) как их обобщение. Студенты способны самостоятельно сформулировать некоторые определения, например, определения операций пересечения, объединения, разности нечётких множеств. Такой подход естественным образом подготавливает систему задач на доказательство того, что некое понятие (свойство) классической математики является частным случаем соответствующего понятия (свойства) нечёткой математики. Например:

- *Доказать, что любое обычное множество является частным случаем нечёткого множества. Обратное неверно.*
- *Доказать, что в нечёткой логике не работает закон исключённого третьего.*
- *Показать, что любое действительное число является нечётким числом.*

В учебно-методическом пособии «Нечёткая математика для программистов» [6] предложена система задач по всем темам, указанным в таблице 1.

Вторая стратегия подразумевает слабую математическую подготовку студентов. При этом целесообразно сразу приступить к изложению теории нечёткой математики, а соответствующие понятия классической математики вводить как частные случаи. Практические занятия в этом случае будут посвящены отработке введенных понятий, свойств и т.д.

Второй раздел дисциплины посвящён алгоритмам принятия решений на основе нечёткой математики. В таблице 2 перечислены алгоритмы и соответствующие им знания по классической и нечёткой математике, необходимые для неформального понимания алгоритмов.

Таблица 2

Название алгоритма	Теоретические знания классической математики	Теоретические знания нечёткой математики
Метод анализа иерархий	Матрица. Собственный вектор матрицы. Нормирование вектора.	Нечёткое множество. Выпуклая комбинация нечётких множеств
Задача принятия решения группой экспертов, характеризуемых весовыми коэффициентами.	Матрица. Транспонирование матриц. Разность матриц.	Нечёткое отношение. Обратное нечёткое отношение. Операции разности, объединения, пересечения нечётких отношений. Выпуклая комбинация нечётких отношений. Нечёткое множество. Пересечение нечётких множеств.
Задача принятия решения группой экспертов, характеризуемых нечётким отношением нестрого предпочтения между ними.	Матрица. Транспонирование матриц. Операции над матрицами.	Нечёткое отношение. Обратное нечёткое отношение. Операции разности, объединения, пересечения нечётких отношений. Выпуклая комбинация нечётких отношений. Композиция нечётких отношений. Нечёткое множество. Пересечение нечётких множеств.
Системы нечёткого логического вывода.	Продукционные системы. База знаний продукционной системы. Логические операции: импликация, конъюнкция, дизъюнкция, отрицание.	Лингвистические переменные. Нечёткие логические формулы. Нечёткие логические операции конъюнкции, дизъюнкции, импликации, отрицания. Операции разности, объединения, пересечения нечётких множеств.

Ограниченность учебного времени не позволяет дать строгое математическое обоснование каждого алгоритма. Но аппарат нечёткой математики максимально приближен к мышлению человека, интуитивно понятен, что позволяет объяснить каждый шаг алгоритма. Поэтому, в качестве упражнения студентам можно предложить прокомментировать каждый шаг изучаемого алгоритма, то есть перевести с математического (формального) языка на обычный язык. Например, в таблице 3 приведены первые шаги алгоритма задачи принятия решений группой экспертов, характеризуемых весовыми коэффициентами. Студентам предлагается самостоятельно заполнить третий столбец в виде комментария к каждому

шагу алгоритма. В таблице 3 столбец с комментариями уже заполнен. Заполненная таблица выдаётся студентам, испытывающим затруднение.

Таблица 3

№ шага	Описание шага алгоритма на математическом языке	Неформальный комментарий
1.	Найти нечёткое отношение нестрого предпочтения Q как пересечение нечётких отношений Q_1, Q_2, \dots, Q_m . $Q = Q_1 \cup Q_2 \cup \dots \cup Q_m$.	Нечёткое отношение Q выражает совместное пессимистическое, критическое или минимальное, мнение экспертов относительно парных сравнений альтернатив из множества U .)
2.	Найти нечёткое отношение Q^{-1} , обратное к нечёткому отношению Q .	Отношение Q выражает степень предпочтения альтернативы u_i перед альтернативой u_j , отношение Q^{-1} выражает степень предпочтения альтернативы u_j перед альтернативой u_i
3.	Найти нечёткое отношение Q_s как разность нечётких отношений Q и Q^{-1} . $Q_s = Q / Q^{-1}$.	Нечёткое отношение строгого предпочтения Q_s выражает, какие альтернативы u_i доминируют над альтернативами u_j и с какой разницей это доминирование происходит.

Как правило, студенты с лёгкостью используют алгоритмы задач принятия решений для конкретных ситуаций и творчески подходят к поиску своих формулировок задач, решаемых при помощи изученных алгоритмов. В пособии «Автоматизированные информационные системы поддержки принятия решений» [7] изложены приведённые выше алгоритмы и дано описание информационных систем, реализующих данные алгоритмы.

Литература

1. Пашаева Г. Великий и простой азербайджанец Лютфи Заде. Сайт «Day.As» (URL <http://news.day.az/society/131685.html> 09.09.2012).
2. Zadeh L. A. (1965) «Fuzzy sets». Information and Control 8 (3) 338–353.
3. Масалович А. . Нечёткая логика: на гребне «Третьей волны». Сайт «Тора-Центр» (URL http://www.tora-centre.ru/library/fuzzy/ct_fuz.htm 02.09.2012).
4. Kosko, Bart. Fuzzy thinking / Hyperion, 1993. 5. Kosko, Bart. Neural Networks and Fuzzy Systems / Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991.
5. Zemankova-Leech, Maria, and Abraham Kandel. Fuzzy Relational Data Bases: A Key to Expert Systems / Cologne: Verlag TUV Rheinland, 1984.
6. Бахусова Е.В. Нечёткая математика для программистов: учебно-методическое пособие. Тольятти: ТФ РГСУ, 2012. 88 с.
7. Бахусова Е.В. Автоматизированные информационные системы поддержки принятия решений: учебное пособие. Тольятти: ТФ РГСУ, 2012. 88 с.

Бедный А.Б.,

ННГУ, декан факультета иностранных студентов,
abb@unn.ru

Гергель В.П.,

ННГУ, декан факультета ВМК
gergel@unn.ru

Ерушкина Л.В.,

зам. декана факультета иностранных студентов,
international@fup.unn.ru

Кузенков О.А.

ННГУ, зам. декана факультета ВМК,
kuoa7@uic.nnov.ru

Основная образовательная программа ННГУ подготовки бакалавров по направлению ФИИТ на английском языке

С 2012 года Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ) ведет подготовку бакалавров по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (ФИИТ) по самостоятельно установленному образовательному стандарту ННГУ. В соответствие с этим стандартом была разработана основная образовательная программа с обучением на английском языке. На эту программу осуществляется прием на внебюджетной основе иностранных студентов без предварительного обучения русскому языку.

Следует отметить, что в ННГУ есть опыт обучения студентов на английском языке. С 2006 года действует программа подготовки бакалавров по направлению «Информационные технологии» с интенсивным использованием английского языка в рамках государственных образовательных стандартов второго поколения. На данное направление подготовки зачислялись англоговорящие студенты из разных стран: Кения, Эфиопия, Танзания, Индия, Зимбабве, Свазиленд, Замбия, Египет, Малави, Ботсвана, Гана, Мальдивы. В таблице 1 приведена статистика их поступления

Таблица 1

<i>Годы</i>	<i>Количество поступивших</i>
2006	11
2007	8
2008	13
2009	7

2010	15
2011	19
ИТОГО	73

Приведенные данные показывают возрастающий интерес к этому виду обучения. Уменьшение числа абитуриентов в 2009 году объясняется мировым финансовым кризисом. В 2010 году был осуществлен первый выпуск бакалавров по этой программе, который составил 4 человека, в 2011 году – второй выпуск, 10 человек. Но государственные образовательные стандарты не обеспечивали в полной мере реализацию всех аспектов указанной программы, не позволяли закрепить эту практику в области правового поля. Потребность расширения международного сотрудничества в высшем образовании продиктовала необходимость закрепления в самостоятельно устанавливаемом образовательном стандарте ННГУ возможности реализации на иностранных языках как программ отдельных дисциплин, так и основной образовательной программы, что позволяет привлекать ведущих зарубежных специалистов к чтению лекций и вести обучение иностранных студентов.

Программа подготовки бакалавров по направлению ФИИТ на английском языке направлена на подготовку выпускников, способных к полноценной работе в различных организациях индустрии и бизнеса, осуществляющих создание, развитие и использование систем, продуктов, сервисов информационных технологий, таких как международные и отечественные IT-корпорации: Intel, Microsoft, Teleca (Telma), IBM, Т-платформы, Sun, Cisco, EMC, Nvidia, Тесис, Академия Айти, а также к работе в научно-исследовательских центрах, образовательных учреждениях, государственных органах управления, в том числе представленных в Нижегородском регионе. Преподавание на английском языке нацелено на облегчение освоения программы иностранными студентами, повышение академической мобильности и создание дополнительных преимуществ для активного участия выпускников в международной деятельности.

График обучения состоит из восьми семестров. Продолжительность периода теоретического обучения в каждом семестре – 18 недель (кроме 8 семестра). Продолжительность экзаменационной сессии в каждом семестре – 5 недель (кроме 8 семестра). В связи с особенностью организации занятий с иностранными студентами зимние каникулы первого семестра предоставляются в осеннее время.

Учебный план имеет модульную структуру.

Модуль – это относительно самостоятельная часть образовательной программы, формально структурированная единица обучения, отвечающая за формирование определенной компетенции или группы родственных компетенций, включающая в себя логически завершенную часть учебного материала, целевую программу действий и методическое руководство,

обеспечивающие достижение поставленных целей. Модуль может содержать часть учебной дисциплины, одну или несколько родственных дисциплин.

Модуль предусматривает наличие следующих компонентов:

- описание целей и задач, относящихся к содержанию;
- описание результатов обучения (знания, навыки, переносимые компетенции);
- стратегии преподавания/обучения, ситуации и культуры обучения;
- процедуры оценивания/аттестации;
- описание учебной нагрузки студентов;
- вступительные требования.

Каждый модуль должен обеспечиваться учебно-методической документацией.

Трудозатраты на освоение одного модуля в рамках данной программы равны пяти зачетным единицам трудоемкости. В случае, если модуль состоит из нескольких учебных дисциплин, то при его освоении допускается начисление зачетных единиц обучающемуся отдельно по каждой дисциплине, входящей в состав модуля. Каждый модуль завершается рубежной аттестацией, включающей в себя экзамен и/или зачет. В рамках модуля может выполняться курсовой проект или курсовая работа. До 3/5 объема модуля может занимать аудиторная работа. Не менее 40% аудиторных занятий должны проводиться в интерактивной форме. В рамках отдельных модулей часть дисциплин может выбираться обучающимися.

Внеаудиторная работа обучающихся в рамках модуля может быть реализована в следующих формах: выполнение домашних заданий, выполнение курсовых работ и проектов, составление обзора литературы по определенной тематике, подготовка реферата, участие в работе семинаров и научно-исследовательских проектах, выполнение научно-исследовательской работы по соответствующей тематике, проведение лекций, интерактивных семинаров и консультаций с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ), подготовку к рубежной аттестации. Внеаудиторная работа обучающихся должна быть обеспечена учебно-методическими материалами, мониторингом трудозатрат на ее выполнение и контролироваться преподавателем или научным руководителем. Контроль может осуществляться как во время аудиторных занятий, так и во время внеаудиторной работы, в том числе с использованием ДОТ. Контроль самостоятельной работы может составлять до 50% объема самостоятельной работы, запланированной в рамках данного модуля. Для организации и контроля самостоятельной работы могут выделяться контактные часы помимо основной аудиторной нагрузки. По желанию преподавателя для проведения контроля самостоятельной работы могут выделяться необходимые помещения и время помимо расписания аудиторных занятий. Не менее 1 зачетной

единицы по каждому модулю должна составлять подготовка и прохождение рубежной аттестации.

В одном учебном семестре могут быть от пяти до шести образовательных модулей. При реализации образовательной программы бакалавриата обучающимся предоставляется возможность занятий физической культурой и спортом, включая игровые виды подготовки, в объеме не менее 400 часов. Эти занятия в равных частях распределяются по первым четырем семестрам обучения. В расписание учебных занятий включаются четыре часа занятий физической культурой и спортом еженедельно. Остальной объем занятий по этой дисциплине организуется вне расписания учебных занятий. Университет контролирует использование каждым обучающимся предоставляемых возможностей для занятий физической культурой и спортом. В качестве альтернативной возможности могут быть зачтены занятия в спортивных кружках и секциях, посещение спортивных залов и стадионов.

В каждом семестре один модуль выделяется для изучения гуманитарных и социально-экономических дисциплин. При этом в каждый такой модуль входят практические занятия по русскому языку (русский язык для иностранных студентов рассматривается как иностранный). В результате обучения по этой программе бакалавр должен свободно говорить и читать на русском языке (знание английского языка при этом предполагается априорно).

Трудоемкость учебной практики составляет 14 зачетных единиц и равномерно распределяется по первым четырем семестрам обучения. По итогам прохождения учебной практики в каждом семестре выставляется зачет/зачет с оценкой. Учебная практика проводится в виде компьютерной практики по основным курсам базовой и вариативной части профессионального цикла. Учебная практика проводится в лабораториях вуза по отдельному расписанию, согласованному с расписанием учебных занятий теоретического обучения при непосредственном участии и руководстве преподавателя, отвечающего за проведение практики.

Трудоемкость производственной практики составляет 5 зачетных единиц и проводится в седьмом семестре обучения. Производственная практика соответствует отдельному модулю ООП. Производственная практика может проводиться на кафедрах и в лабораториях вуза, обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом или на ведущих предприятиях ИТ-сферы, имеющих представительства в Нижнем Новгороде, на которых созданы все условия для успешного приобретения квалификации в производственном режиме. Проведение производственной практики регулируется договорами о предоставлении баз практик между университетом и соответствующими организациями.

Для прохождения всех видов практики выделяется один день в неделю в течение периода теоретического обучения. Проведение практик обеспечивается необходимыми материально-техническими ресурсами

(компьютерными классами, лабораториями, программным и другим обеспечением).

Итоговая государственная аттестация проводится в конце обучения (8 семестр) и включает междисциплинарный государственный экзамен и защиту выпускной работы бакалавра. Подготовка к государственному экзамену поддерживается обзорными лекциями по всем дисциплинам, включенным в его программу, и консультациями ведущих преподавателей. Общий объем трудоемкости ИГА – 12 зачетных единиц.

Доля преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание, в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по данной основной образовательной программе, составляет 70 процентов; ученую степень доктора наук (в том числе степень, присваиваемую за рубежом, документы о присвоении которой прошли установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора имеют 12 процентов преподавателей.

Преподаватели профессионального цикла имеют базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю преподаваемой дисциплины. Не менее 60 процентов преподавателей (в приведенных к целочисленным значениям ставок), обеспечивающих учебный процесс по профессиональному циклу, имеют ученые степени или ученые звания. К образовательному процессу привлечено пятнадцать процентов преподавателей из числа действующих работников профильных организаций, предприятий и учреждений, представителей организаций-работодателей для будущих выпускников.

Профессорско-преподавательским коллективом, обеспечивающим учебный процесс, за последние пять лет издано 8 учебников, 11 учебных пособий, 17 учебно-методических пособий по учебным курсам программы.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечным системам ЭБС «Университетская библиотека онлайн» и ЭБС «Лань», содержащим издания по основным изучаемым дисциплинам, и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Учебный процесс обеспечивают:

- 12 профильных лабораторий,
- компьютерный терминал-класс на 10 компьютеров класса Intel Core 2 Duo (ауд. 421),
- аудитория для проведения активных и интерактивных занятий (ауд. 420) 10 учебных комплексов (20 компьютеров),
- высокопроизводительный кластер – пиковая производительность 17,5 триллиона операций в сек.,
- 3 персональных мини-кластера (первые установки такого типа в России),
- оборудование компании National Instruments для лабораторного

- практикума по концепциям современного естествознания,
- оборудование машинной (в т.ч. и трехмерной) графики и виртуальной реальности,
- оборудование для 3D-прототипирования,
- оборудование Cisco,
- новый высокопроизводительный кластер с производительностью свыше 100 триллиона операций в сек.

Установлено оборудование шлюза доступа по подключению высокопроизводительного кластера к российской грид-сети.

При реализации ООП формируется социокультурная среда, создаются условия, необходимые для всестороннего развития личности. Университет способствует совершенствованию социально-воспитательного компонента учебного процесса посредством:

- развития студенческого самоуправления;
- обеспечения студентов со стороны преподавательского состава кураторами групп (на младших курсах) и индивидуальным научным руководством (начиная с третьего курса);
- обеспечения возможности критического оценивания студентами содержания, организации и качества учебного процесса в целом и в рамках работы отдельных преподавателей;
- обеспечения возможности участия обучающихся в работе общественных организаций, спортивных и творческих клубов, научных студенческих обществ.

В Нижегородском университете накоплены богатые традиции студенческого самоуправления, ряда общественных студенческих организаций. Постоянно действуют:

- Студенческие Советы факультетов (деятельность факультетских Студсоветов координируется со стороны администрации заместителями деканов факультетов по воспитательной работе. В состав Студенческого Совета ННГУ входят два представителя от каждого факультета, а координацию деятельности осуществляет отдел учебно-воспитательной работы).
- "Союз Студентов Нижегородского Государственного Университета" (ССНУ)
- Профком студентов.

Мониторинг трудоустройства на самостоятельную работу студента, оценка успешности учебного процесса, процесса формирования компетенций, а также работы отдельных преподавателей осуществляется путем систематического анкетирования студентов.

Обучающиеся участвуют в формировании своей индивидуальной образовательной траектории, осуществляя самостоятельный выбор учебных дисциплин (модулей, учебных занятий) по выбору обучающихся, факультативных учебных дисциплин (учебных занятий), тематику научно-

исследовательской работы, учебных дисциплин (модулей, занятий), предлагаемых кафедрами по тематике научно-исследовательской работы, научного руководителя (тьютера), базы прохождения учебной и производственной практик, тематики производственной практики.

Промежуточная (рубежная) аттестация проводится в следующих формах: экзамен, зачет, зачет с оценкой. В Нижегородском государственном университете им. Н.И.Лобачевского принята следующая семибалльная система оценок:

«превосходно» – свободное владение основным и дополнительным материалом без ошибок и погрешностей, способность решения нестандартных задач, освоение компетенций (частей компетенций), относящихся к данной дисциплине, осуществлено комплексно, выше обязательных требований. Сформирована устойчивая система компетенций, проявляется связь с освоением других компетенций;

«отлично» – свободное владение основным материалом без ошибок и погрешностей, все компетенции (части компетенций), относящиеся к данной дисциплине, освоены полностью на высоком уровне, сформирована устойчивая система компетенций;

«очень хорошо» – достаточное владение основным материалом с незначительными погрешностями, способность решения стандартных задач, все компетенции (части компетенций), относящиеся к данной дисциплине, освоены полностью;

«хорошо» – владение основным материалом с рядом заметных погрешностей, компетенции (части компетенций), относящиеся к данной дисциплине в целом освоены;

«удовлетворительно» – владение минимальным материалом, необходимым по данному предмету, с рядом ошибок, способность решения основных задач, уровень сформированности компетенций (частей компетенций), относящихся к данной дисциплине – минимально необходимый для достижения основных целей обучения;

«неудовлетворительно» – владение материалом недостаточно, необходима дополнительная подготовка, уровень сформированности компетенций (частей компетенций), относящихся к данной дисциплине – недостаточный для достижения основных целей обучения;

«плохо» – отсутствие владения материалом, соответствующие компетентности не освоены.

Оценки «превосходно», «отлично», «очень хорошо», «хорошо», «удовлетворительно» считаются положительными.

Экзамены проводятся во время экзаменационных сессий. Зачеты могут проводиться во время семестра по итогам текущей успеваемости.

Итоговая государственная аттестация выпускника вуза является обязательной и осуществляется после освоения ООП в полном объеме. Итоговая государственная аттестация включает защиту бакалаврской выпускной квалификационной работы и государственный экзамен.

Выпускная работа бакалавра выполняется и защищается на английском языке. При этом она в обязательном порядке сопровождается аннотацией на русском языке.

По итогам обучения бакалавры получают диплом установленного образца на русском языке и также могут получить Европейское приложение к диплому (European Diploma Supplement) на английском языке, соответствующее модели, разработанной Европейской Комиссией, Советом Европы и ЮНЕСКО.

В 2012 году на данную программу подготовки планируется зачисление 20 абитуриентов. На обучение по этой программе переведены студенты второго курса, зачисленные в 2011 году.

Литература

1. Глобализация и системы обеспечения качества высшего образования / С.А. Запрягаев, Е.В. Караваева, И.Г. Карелина, А.М. Салецкий. М.: Изд-во МГУ, 2007. 224 с.
2. Проектирование основных образовательных программ, реализующих федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования: Методические рекомендации для руководителей и актива учебно-методических объединений вузов / Под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н.А. Селезневой. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы, 2010. 92 с.
3. Переход российских вузов на уровневую систему подготовки кадров в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами: нормативно-методические аспекты / В.А. Богословский, Е.В. Караваева, Е.Н. Ковтун и др. М.: Университетская книга, 2010. 248 с.
4. Competence-based learning. – Bilbao: University of Deusto, 2008. 334 p.
5. Tuning educational structures in Europe. – Bilbao: University of Deusto, 2010. 152 p.
6. Ковтун Е.Н., Родионова СЕ. Научные подходы к созданию образовательно-профессиональных программ на модульной основе в сфере гуманитарного образования // Информационный бюллетень Совета по филологии УМО по классическому университетскому образованию. № 10. Тверь, 2007. С.30-63.
7. Ковтун Е.Н., Родионова СЕ. Образовательные программы «болонского» типа и возможность их реализации в России (на примере направления подготовки ВПО «Филология») // Информационный бюллетень Совета по филологии УМО по классическому университетскому образованию. № 11. Белгород, 2008. С.18-53.
8. Примерное положение об организации учебного процесса в высшем учебном заведении с использованием системы зачетных единиц: Приложение к письму Минобразования России от 9 марта 2004 г. // Вестник образования. 2004. № 9.
9. Адаптация и внедрение Европейской рамки ИТК-компетенций в России // Качество образования. 2011. №9. С. 36-39.
10. Рубин Ю.Б. Высшее образование в России: качество и конкурентоспособность. М: МФПА, 2011. 448 с.
11. Computing Curricula 2005 (CC2005). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
12. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах. Пер. с англ. М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий», 2007. 462 с.
13. Профессиональные стандарты в области информационных технологий. М.: АП

КИТ, 2008.

14. Гергель В.П., Гугина Е.В., Кузенков О.А. Разработка образовательного стандарта Нижегородского госуниверситета по направлению «Фундаментальная информатика и информационные технологии»// Современные информационные технологии и ИТ-образование: сб. докладов V Международной научно-практической конференции/ Под ред. проф. В.А.Сухомлина. М.: ИНТУИТ.РУ, 2010. С. 51-60.

15. Стронгин Р.Г., Швецов В.И., Гергель В.П. Обеспечение качества преподавания информационных технологий в Нижегородском государственном университете// Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Инновации в образовании. 2005. № 1. С. 79-85.

16. Стронгин Р.Г., Гергель В.П. Опыт международного сотрудничества при подготовке ИТ-специалистов в Нижегородском университете//Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Инновации в образовании. 2006. № 1. С. 112-131.

17. Гергель В.П., Стронгин Р.Г. Опыт Нижегородского университета по подготовке специалистов в области суперкомпьютерных технологий // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2010. № 3-1. С. 191-199.

Белоус В.В.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, доцент,
walentina.belous@gmail.com;

Бобровский А.В.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, аспирант,
alex.bobrovsky@mail.ru;

Добряков А.А.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, зам. нач. управления качества,
aadobrykov@mail.ru,

Карпенко А.П.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана, зав. кафедрой,
apkarpenko@mail.ru,

Смирнова Е.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, доцент,
elena.galiamova@mail.ru

Ментально-структурированное интегральное оценивание качества обучения

Аннотация

Статья продолжает цикл статей тех же авторов на означенную тему. Рассматривается задача многокритериального интегрального оценивания альтернативных вариантов. Предложена формализация задачи в виде задачи глобальной условной многомерной оптимизации. Для решения этой задачи авторы использовали алгоритм эволюции разума МЕС, и реализовали его в программном коде. В работе представлены результаты исследования эффективности метода и его программной реализации.

Ключевые слова: Компетентность, Многомерная оптимизация (Multi Dimensional Optimization MDO), алгоритм эволюции разума (Mind Evolutionary Computation МЕС), простой алгоритм эволюции разума (Simple Mind Evolutionary Computation SMEC), лицо, принимающее решение (ЛПР), главное лицо, принимающее решение (ГЛПР)

Введение

В статье рассматривается задача многокритериального интегрального оценивания альтернативных вариантов. Первая часть статьи описывает ментально-структурированный подход к образованию и постановку задачи. Во второй части приводим метод решения задачи. В третьей части даны результаты исследования эффективности (производительности) алгоритма МЕС. Четвертая часть представляет

результаты численных экспериментов и их обсуждение. В заключении приводятся основные результаты работы и перспективы ее продолжения.

1. Ментально-структурированный подход к образованию

Ментально-структурированный подход к обучению [1] порождает значительное число задач многокритериального принятия решений. Приведем два примера.

Пример 1. Оценка компетентности учащегося требует оценивания пяти следующих составляющих компетентности (пяти ключевых компетенций):

- знаниевая грамотность, то есть способность воспринимать, понимать и самостоятельно приобретать знания,
- функциональная грамотность, то есть способность «грамотно» применять знания,
- креативная грамотность, которая включает в себя технологические навыки порождения нового, способность к продуктивному мышлению и инновационной деятельности,
- корпоративная грамотность, то есть способность к саморазвитию, неконфликтности групповых коммуникаций, умения принимать организационные и управленческие решения, способности доводить общее дело до конца,
- социальная грамотность, включающая навыки духовно-нравственного межличностного общения, способность принимать социально, экономически и экологически оправданные решения.

Пример 2. Качество изложения предмета изучения определяют следующие критерии:

- антропоцентричность, то есть опора на личностно ориентированный подход «от человека к изучаемой проблеме»,
- ментальность, то есть изложение учебных материалов в соответствии с содержательной структурой и особенностями функционирования мозговых механизмов, в частности, в виде когнитивных карт в едином пентадно-структурированном формате,
- визуализированность, как оптимальное сочетание вербальной 75% и визуальной 25% информации,
- технологичность элементов обучающих технологий, опирающихся как на функциональную асимметрию полушарий головного мозга, так и на особенности содержательного взаимодействия сознания и подсознания,
- управляемость, подразумевающая корректировку структурного содержания учебного процесса с позиций генетической пентадности, использование в учебных процедурах функциональных тренингов и органайзера мыслительной деятельности.

2. Постановка задачи

В соответствии с терминологией, принятой в теории

многокритериального принятия решений [3], называем рассмотренные и иные показатели качества частными критериями оптимальности, а их совокупность – векторным критерием оптимальности.

Оценку значений различных частных критериев оптимальности производят, вообще говоря, разные лица, принимающие решения (ЛПР). Полагаем, что интегральную оценку на основе этих значений формирует главное лицо, принимающее решения (ГЛПР). Если способ свертки частных критериев фиксирован, то задача формирования этой оценки сводится к определению весов частных критериев оптимальности. Можно сказать, что значения этих весов формализуют функцию предпочтений ГЛПР [4].

Задачу определения весовых коэффициентов частных критериев можно рассматривать в двух постановках – априорной и апостериорной. В первом случае ГЛПР назначает веса заранее, до формирования интегральных оценок. Рассматриваем второй случай, когда ГЛПР на основе представленных ему частных оценок выставляет интегральные оценки некоторой обучающей выборке субъектов или объектов. На этой основе определяем веса частных критериев таким образом, чтобы минимизировать некоторую норму погрешности соответствующей теоретической оценки.

Апостериорный метод формирования значений весовых коэффициентов приводит к задаче глобальной условной многомерной оптимизации. Для решения этой задачи может быть использовано большое число детерминированных и стохастических алгоритмов [5]. Хорошо известно, что в случае отсутствия априорной информации о ландшафте целевой функции, наиболее эффективны стохастические алгоритмы глобальной оптимизации. Из числа этих алгоритмов наибольшую известность получили популяционные (метаэвристические) алгоритмы такие, как генетический алгоритм (Particle Swarm Optimization PSO), алгоритм роя частиц, алгоритм колонии муравьев (Ant Colony Optimization ACO) и т.д. Новизна данной работы заключается, в частности, в использовании для решения указанной задачи глобальной оптимизации перспективного алгоритма эволюции разума (*Mind Evolutionary Computation, MEC*) [7].

Алгоритм *MEC* моделирует скорее некоторые аспекты поведения человека в обществе, чем, как можно было бы предположить, работу человеческого мозга. В алгоритме *MEC* каждый индивид рассматривается как разумный агент, функционирующий в некоторой группе людей. При принятии решений он ощущает влияние, как со стороны членов своей группы, так и со стороны членов других групп. Точнее говоря, чтобы достичь высокого положения в обществе, индивиду приходится учиться у наиболее успешных индивидов в своей группе. В то же время, для того чтобы группа, которой принадлежит данный индивид, становилась более успешной по сравнению с другими группами, этот индивид, как и все индивиды его группы, должны руководствоваться тем же самым

принципом в межгрупповой конкуренции.

Математическое описание задачи оптимизации представлено в таблице 1 [2].

Табл. 1. Математическое описание задачи оптимизации.

$F = (f_i, i \in [1: F])$ - вектор частных критериев оптимальности	i - число критериев f_i - величина критерия оценивания
$\varphi(F, \Lambda) \in R^1$ - скалярная свертка критериев	$\Lambda = (\lambda_i, i \in [1: F])$ - вектор весовых вещественных коэффициентов
$O = (o_1, o_2, \dots, o_{ O })$ - совокупность рассматриваемых субъектов или объектов	$ O $ - число субъектов или объектов
$O_L, O_T \subset O$ - обучающая и тестовая выборки соответственно; $ O = O_L + O_T $	
$H_i = [h_i^-, h_i^+]$ - числовая шкала для оценки значений критерия $f_i, i \in [1: F]$	h_i^-, h_i^+ - нижняя и верхняя оценки соответственно
$\tilde{f}_{i,j}; i \in [1: F]$ - нормализованная (см. ниже) оценка элемента $o_j \in O$ по шкале H_i	
$\tilde{F}_j = (\tilde{f}_{i,j}, i \in [1: F])$ - вектор всех нормализованных оценок	$j \in [1: O]$ - число оценок
$\varphi(\tilde{F}_j, \Lambda) = \tilde{\varphi}_j$ - формальная оценка элемента $o_j \in O$	
$\tilde{\Phi}(O) = (\tilde{\varphi}_j, j \in [1: O])$ - набор формальных оценок всех элементов множества O	
e_j - интегральная экспертная оценка элемента $o_j \in O$, назначенная ГЛПР и определенная на целочисленной шкале $H_0 = (h_{0,1}, h_{0,2}, \dots, h_{0, H_0 })$	$h_{0,1}, h_{0, H_0 }$ - нижняя и верхняя оценки соответственно
Оценка e_j является нечеткой и имеет функции принадлежности $\mu_k(\varphi), k \in [1: H_0]$	k - число оценок, $h_{0,1}, h_{0,2}, \dots, h_{0, H_0 }$ - ядра нечеткой переменной e [9]
Выполнена нормализация оценок $f_{i,j}$, так что все оценки $f_{i,j}$ принадлежат интервалу $[h_{0,1}; h_{0, H_0 }]$; $i \in [1: F], j \in [1: O]$	
$\mu_k(\tilde{\varphi}_j) = \tilde{\mu}_{k,j}$ - значение функции принадлежности, соответствующей формальной оценке, $k \in [1: H_0]$	$o_j \in O$ - элемент множества $\tilde{\varphi}_j$ - формальной оценка элемента; k - число элементов
$\tilde{\mu}_j = \max_{k \in [1: H_0]} \tilde{\mu}_{k,j}$ - приведенная экспертная оценка элемента $o_j \in O$	$j \in [1: F]$ - номер элемента
$\tilde{M} = (\tilde{\mu}_j, j \in [1: O])$ - набор указанных оценок для всех элементов множества O	
$w(\tilde{\varphi}_j, \tilde{\mu}_j) = \tilde{w}_j, j \in [1: O]$ - мера близости	j - номер элемента в множестве O

формальной и приведенной экспертной оценок j -го элемента множества	
$W(\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_{ O }) = \tilde{W} \in R^1$ - мера близости наборов формальных и экспертных оценок всех элементов указанного множества, $\tilde{W} = \tilde{W}(\Lambda)$	
$\min_{\Lambda \in \Pi} \tilde{W}(\Lambda) = \tilde{W}(\Lambda^*)$ - задача определения оптимального вектора весовых коэффициентов Λ^*	
Π - параллелепипед допустимых значений компонентов вектора Λ : $\Pi = (\lambda_i \mid \lambda_i^{\min} < \lambda_i < \lambda_i^{\max}, i \in [1: F])$	$\lambda_i^{\min}, \lambda_i^{\max}$ - заданные константы

3. Исследование эффективности алгоритма МЕС

Программная реализация метода выполнена на языке *Python* с использованием библиотек *matplotlib*, *numpy*, *scipy* и *os*. Созданная программа названа *МЕС-Python*. Результаты исследования эффективности алгоритма МЕС подробно описаны авторами в [2].

Исследование выполнено для одноэкстремальной, но овражной функции Розенброка (Rozenbrock)

$$f(X) = \sum_{i=1}^{|X|-1} (100(x_i^2 - x_{i+1}) + (x_i - 1)^2) \rightarrow \min,$$

минимальное значение $f(X^*) = f^*$ которой достигается в точке с координатами $X^* = (0; 0; \dots; 0)$ и равно нулю, а также для многоэкстремальной функции функция Растригина (*Rastrigin*)

$$f(X) = \sum_{i=1}^{|X|} (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10) \rightarrow \min,$$

глобальный минимум которой $f^* = 0$ также достигается в точке $X^* = (0; 0; \dots; 0)$. В обоих случаях задача глобальной оптимизации решалась в области $\Pi = \{X \mid x_i \in [-10; 10], i \in [1:|X|]\}$.

В качестве критерия эффективности алгоритма использована близость найденного с его помощью решения \tilde{f}^* к точному решению f^* . Для рассматриваемых функций $f^* = 0$, мерой эффективности алгоритма являлась величина \tilde{f}^* .

Одной из целей проведенного исследования было изучение влияния значений таких свободных параметров, как размерность задачи, число групп, число индивидов в группе и когнитивного параметра на эффективность алгоритма. Результаты исследований как для функции Розенброка, так и для функции Растригина показали высокую эффективность применения алгоритма МЕС для решения таких задач. В том числе, результаты исследования показывают, что в случае высокой размерности пространства поиска для обеспечения локализации минимума целевой функции с приемлемой точностью нужно использовать большие числа групп и индивидов в них. Результаты показывают также сильную

зависимость достигнутой точности локализации от величины когнитивного параметра. Данный факт обусловлен тем, что при когнитивном параметре, стремящемся к единице, повышаются диверсификационные свойства алгоритма, так что стагнация наблюдается позже.

4. Вычислительный эксперимент

С использованием программы *MEC-Python* выполнено два вычислительных эксперимента. Во всех случаях использованы следующие значения основных входных данных.

Входные данные задачи:

- скалярная аддитивная свертка;
- пятибалльные шкалы $H_i = (0, 1, 2, 3, 4, 5)$, $i \in [0:|F|]$;
- гауссовы функции принадлежности с ядрами $0, 1, 2, 3, 4, 5$ и средним квадратичным отклонением $0,2821$;
- мера близости \tilde{w} формальной и приведенной экспертной оценок;
- мера близости \tilde{W} наборов формальных и экспертных оценок;
- константы $\lambda_i^{\min} = -0,3$, $\lambda_i^{\max} = 1,3$; $i \in [1:|F|]$.

Входные данные метода:

- константа $\varepsilon_w = 0,3$;
- максимально допустимое число итераций $I_M = 5$.

Входные данные алгоритма:

- число групп $|S| = 10$;
- число индивидов в группе $|S| = 10$;
- среднее квадратичное отклонение $\sigma = 0,2821$;
- максимально допустимое число итераций алгоритма $I_A = 20$;
- критерий стагнации алгоритма $N_A = 4$;
- константа стагнации $\varepsilon_A = 0,00001$;
- число мультистартов $N_s = 30$;
- когнитивный параметр $\rho = 0,99$.

Эксперимент 1 ($|F|=5$) выполнен с целью тестирования метода и его программной реализации. Мощность множества O в эксперименте принята равной $|O|=20$, а мощность обучающей и тестовой выборок равной $|O_L|=20$, $|O_T|=0$ соответственно. Набор формальных оценок $\tilde{\Phi}(O)$ элементов множества O , а также набор соответствующих интегральных экспертных оценок E (таблица 2) получены по следующей схеме:

- генерируем для данного элемента $o_j \in O$, $j \in [1:|O|]$ случайную экспертную оценку e_j , равномерно распределенную на дискретном множестве $(0; 1; 2; 3; 4; 5)$;
- генерируем случайные величины $f_{i,j}$, $i \in [1:5]$, распределенные по нормальному закону с математическим ожиданием, равным e_j , и средним квадратичным отклонением, равным $1,22$;

- величины $\tilde{f}_{i,j}$ получаем путем округления по математическим правилам величин $f_{i,j}$; $i \in [1:5]$.

Вычисленные программой приведенные экспертные оценки $\tilde{\mu}_j$, а также невязки \tilde{w}_j представлены в таблице 2. Найденные оптимальные значения весовых множителей приведены в таблице 3. Таблицу 2 иллюстрирует рисунок 1, на котором представлена гистограмма невязок \tilde{w}_j .

Результаты эксперимента 1 показывали работоспособность метода и его программного обеспечения.

Табл.2. Исходные и результирующие оценки: эксперимент 1.

j	$\tilde{f}_{1,j}$	$\tilde{f}_{2,j}$	$\tilde{f}_{3,j}$	$\tilde{f}_{4,j}$	$\tilde{f}_{5,j}$	e_j	$\tilde{\mu}_j$	\tilde{w}_j
1	3	4	5	3	3	4	3,94	0,06
2	5	3	5	3	2	4	3,11	0,89
3	4	5	4	2	3	3	3,86	0,86
4	3	4	5	3	4	5	4,97	0,03
5	4	5	3	5	4	4	3,99	0,01
6	5	2	2	5	4	5	3,94	1,06
7	2	2	3	4	2	2	2,15	0,15
8	2	3	2	4	3	3	2,83	0,17
9	2	5	4	4	2	2	2,27	0,27
10	4	3	2	3	2	2	2,15	0,15
11	3	3	2	4	5	5	4,97	0,03
12	4	2	2	4	2	2	2,00	0
13	3	3	2	4	5	5	4,97	0,03
14	3	5	4	5	4	3	4,20	1,2
15	4	5	4	5	2	3	2,21	0,79
16	4	3	5	2	2	3	3,24	0,76
17	4	2	3	5	2	2	2,08	0,08
18	3	3	2	3	5	5	5,18	0,18
19	2	2	3	4	2	2	2,15	0,15
20	3	3	2	2	2	2	2,28	0,28

Табл. 3. Оптимальные значения весовых множителей: эксперимент 1.

λ_1^*	λ_2^*	λ_3^*	λ_4^*	λ_5^*
0,074	-0,058	0,293	-0,207	1,033

Эксперимент 2 выполнен в рамках апробации ментально-структурированной образовательной технологии [1, 11]. В эксперименте использованы количественные показатели качества образовательного процесса в ВУЗе, полученные, в частности, с помощью системы автоматизированного анализа структурированных электронных документов [12]. Точнее говоря, использованы следующие показатели качества расчетно-пояснительной записки (РПЗ) к курсовой работе по

дисциплине «Технология программирования» тринадцати студентов одной из учебных групп второго курса МГТУ им. Н.Э. Баумана: f_1 - новизна, f_2 - трудоемкость, f_3 - сложность, f_4 - системность, f_5 - структурированность.

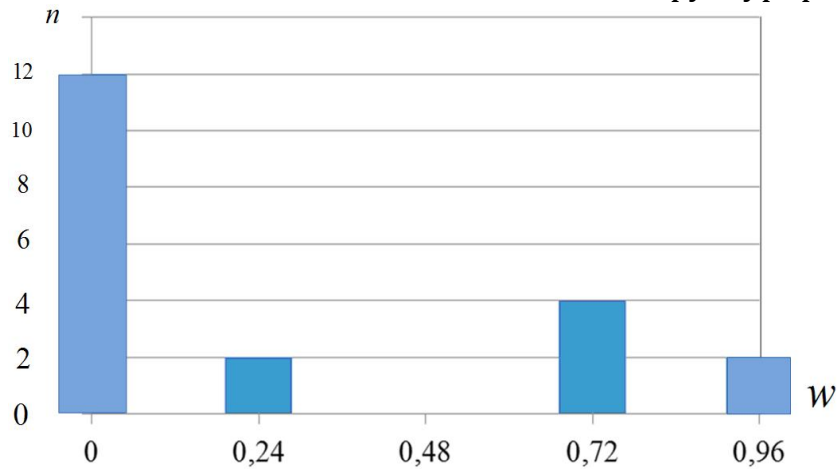


Рис.1. Гистограмма невязок w_j : эксперимент 1.

Новизна работы f_1 оценивалась на основании того, какая часть (в процентном отношении) от общего объема понятийного тезауруса указанной учебной дисциплины использована студентом в его РПЗ. Трудоемкость работы f_2 получена на основе количества времени, которое студент потратил на формирование своей РПЗ, и объема РПЗ, измеренного числом знаков в документе. Указанные величины формируют современные редакторы документов, например, в *Microsoft Word*. Для оценки сложности работы f_3 использована колмогоровская сложность файла, содержащего РПЗ, как количественная мера информации, заключенной в работе. В качестве меры системности работы f_4 использована связность семантической сети соответствующей РПЗ. Наконец, структурированность работы f_5 оценивалась с помощью нормированного интегрального показателя, построенного на основе чисел разделов, рисунков, таблиц, формул и библиографических источников в РПЗ.

Итого, в эксперименте 2 мощности множеств O, O_L, O_T приняты равными 13, 13, 0, соответственно, число частных критериев оптимальности $|F|=5$. Наборы исходных формальных и соответствующих интегральных экспертных оценок представлены в таблице 4. Те же нормализованные данные приведены в таблице 5.

Результаты работы программы представлены в таблицах 6, 7. Таблицу 6 иллюстрирует рисунок 2, аналогичный рисунку 1.

Табл. 4. Исходные оценки: эксперимент 2.

j	$f_{1,j}$	$f_{2,j}$	$f_{3,j}$	$f_{4,j}$	$f_{5,j}$	e_j
1	0	0	53,79	108	20	4
2	7,70	35,8	52,34	142	24	5
3	9,62	24,83	8,53	199	24	5
4	7,69	34,80	13,74	128	26	5

5	0	46,04	146,46	166	22	5
6	3,85	24,08	60,19	143	17	5
7	3,85	30,00	45,36	152	14	5
8	3,85	46,04	53,79	162	32	5
9	7,69	28,72	3,37	139	7	5
10	3,85	237,57	5,43	96	18	3
11	5,77	21,12	68,20	201	25	5
12	5,77	68,24	31,88	144	25	5
13	1,79	73,60	21,18	112	21	4

Табл. 5. Нормализованные входные данные: эксперимент 2.

j	e_j	$\tilde{f}_{1,j}$	$\tilde{f}_{2,j}$	$\tilde{f}_{3,j}$	$\tilde{f}_{4,j}$	$\tilde{f}_{5,j}$	e_j
1	4	2,00	5,00	3,95	2,68	3,13	4
2	5	4,01	4,25	3,84	3,53	3,75	5
3	5	5,00	4,48	2,00	4,95	3,75	5
4	5	3,99	4,26	2,00	3,18	4,06	5
5	5	2,00	4,03	5,00	4,13	3,44	5
6	5	2,00	4,49	4,43	3,56	2,66	5
7	5	2,00	4,36	3,34	3,78	2,19	5
8	5	2,00	4,03	3,96	4,03	5,00	5
9	5	3,99	4,39	2,00	3,48	2,00	5
10	3	2,00	2,00	2,00	2,39	2,81	3
11	5	2,99	4,56	5,00	5,00	3,91	5
12	5	2,99	3,56	2,00	4,00	3,91	5
13	4	2,00	3,45	2,00	2,79	3,28	4

Табл. 6. Исходные и результирующие оценки: эксперимент 2.

j	e_j	$\tilde{\mu}_j$	\tilde{w}_j
1	4	3,23	0,77
2	5	4,86	0,14
3	5	4,73	0,27
4	5	4,85	0,15
5	5	4,15	0,85
6	5	3,35	1,65
7	5	2,42	2,58
8	5	4,73	0,27
9	5	2,98	2,02
10	3	3,75	0,75
11	5	4,59	0,41
12	5	4,31	0,69
13	4	3,28	0,72

Табл. 7. Оптимальные значения весовых множителей: эксперимент 2.

λ_1^*	λ_2^*	λ_3^*	λ_4^*	λ_5^*
0,3	-	0,2	-	1,05
0	0,19	4	0,17	

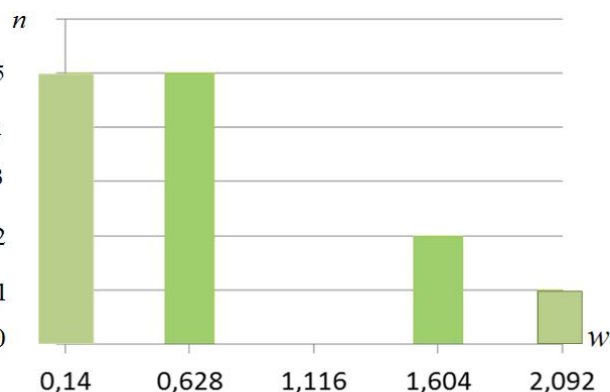


Рис.2. Гистограмма невязок \tilde{w}_j : эксперимент 2

Заключение

В работе предложен метод получения интегральных оценок многокритериальных альтернатив в ментально-структурированном походе к обучению. Метод предполагает сведение задачи получения указанных оценок к задаче глобальной условной оптимизации. Для решения данной задачи предложено использовать алгоритм эволюции разума МЕС, как один из относительно новых и перспективных алгоритмов глобальной оптимизации.

На языке программирования Python разработана программа, реализующая предложенный метод получения интегральных оценок. С помощью данной программы выполнено исследование эффективности метода и его программной реализации. Вычислительные эксперименты показали эффективность принятых алгоритмических и программных решений.

Работа выполнена в рамках Государственного контракта № 16.740.11.0407 от 26 ноября 2010 г.

Литература

1. Добряков А.А., Карпенко А.М., Смирнова Е.В. Основные принципы ментально-структурированной образовательной технологии, ориентированные на формирование компетентности специалиста технического профиля // Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2011, № 10 (<http://technomag.edu.ru/doc/237464.html>).
2. Valentina V. Belous etc. Multi-criterion integral alternatives' estimation: mentally-structured approach to Education // Education and Education Management Conference 2012, Hong Kong, China. – pp. 325-334
3. Черноуцкий И.Г. Методы принятия решений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.- 416с.
4. Карпенко А.П., Федорук В.Г. Один класс прямых адаптивных методов

многокритериальной оптимизации // Информационные технологии.- 2009.- №5.- С. 24-30.

5. Орлянская И.В. Современные подходы к построению методов глобальной оптимизации // Электронный журнал «Исследовано в России» (<http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/189.pdf>).

6. Engelbrecht A. P. Computational Intelligence. An Introduction (second edition).- John Wiley & Sons, 2007. - 597 p.

7. Jie J., Han Ch., Zeng J. An Extended Mind Evolutionary Computation Model for Optimizations // Applied Mathematics and Computation, 2007, No. 185(2), pp. 1038 – 1049.

8. Jie J., Zeng J. Improved mind evolutionary computation for optimizations / Proceedings of the 5th World Congress on Intelligent Control and Automation, WCICA 2004, Hangzhou, China 3, Vol. 3, pp. 2200-2204.

9. Lui J., Li N., Xie K. Application of Chaos Mind Evolutionary Algorithm in Antenna Arrays Synthesis // Journal of computers, 2010, Vol. 5, No. 5, pp. 717-724.

10. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С.Д. Штовба.- Режим доступа: <http://www.matlab.exponenta.ru>, свободный.

11. Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польского И. Д. Рудинского. — М.:Горячая линия — Телеком, 2004. — 452 с.

12. Галямова Е.В., Карпенко А.П., Соколов Н.К. Методика контроля понятийных знаний субъекта обучения в обучающей системе /Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2009, 2, 042090025\0007 (<http://technomag.edu.ru/doc/115086.html>)

13. Смирнова Е.В., Панов А.С. Система автоматического анализа структурированного электронного документа / Свидетельство о государственной регистрации Программы для ЭВМ № 2011615171 от 01 июля 2011 г.

Бронов С.А.,
ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", профессор,
nul_sapr@mail.ru

Степанова Е.А.,
ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", доцент,
nul_sapr@mail.ru

Кудрявцева Ю.М.,
ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", аспирант,
nul_sapr@mail.ru

Афонасенко Н.С.,
ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", магистрант,
nul_sapr@mail.ru

Камилов И.К.
ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", студент,
nul_sapr@mail.ru

Методологические проблемы автоматизированного формирования образовательных программ в рамках ФГОС ВПО

Аннотация

Рассмотрены методологические проблемы автоматизации проектирования учебных планов и формирования индивидуальных траекторий обучения в рамках ФГОС ВПО.

Введение

В Институте космических и информационных технологий (ИКИТ) под руководством его директора д-ра техн. наук, профессора Г.М.Цибульского разрабатывается и реализуется система автоматизированного управления учебным процессом на основе концепции электронного университета. Эта система включает подсистемы: обучения на основе интерактивных курсов, текущего непрерывного контроля на основе тестирования и экспертного оценивания, автоматизированного формирования распорядительных документов, оценки качества учебных материалов для их последующего совершенствования авторскими коллективами. В настоящее время получены первые результаты опытной эксплуатации системы, производится их осмысление, намечаются пути дальнейшего развития. Интерактивные курсы, включённые в систему на данном этапе,

разработаны в рамках государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования второго поколения (ГОСВПО). Представляет интерес оценить перспективность применения рассматриваемой концепции для федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования третьего поколения (ФГОСВПО) с учётом их особенностей и отличий от ГОСВПО. Актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена, в том числе, формированием новых основных образовательных программ (ООП) и целесообразностью учёта при этом возможностей и ограничений электронных образовательных ресурсов.

Проблематика организации учебного процесса по ФГОС ВПО

Можно выделить следующие особенности ФГОСВПО, связанные с рассматриваемой тематикой применения электронных интерактивных курсов в образовательном процессе.

В каждом новом стандарте имеется положение о необходимости использования интерактивных форм обучения — как правило, не менее 20% аудиторного времени для учебной дисциплины [1]. Сюда входят и интерактивные электронные курсы, наряду с деловыми и ролевыми играми, тренингами и др. [2]. Это позволяет говорить не только о возможности, но и об обязательности использования современных информационных технологий для создания интерактивных курсов.

Интерактивные электронные курсы отличаются тем, что создают техническую основу автоматизации всех сторон учебного процесса — как на стадии его реализации, так и на стадии его проектирования. Под проектированием учебного процесса можно понимать разработку учебного плана с увязкой учебных дисциплин на основе распределения между ними изучаемых дидактических единиц (ДЕ), выстраивания соответствующей последовательности дисциплин, учёта количественных параметров в соответствии с требованиями стандартов (зачётных единиц, общих и аудиторных часов, часов в неделю), видов занятий и характеристик контрольно-измерительных материалов. Корректность разработки учебного процесса в значительной степени определяет принципиальную возможность достижения заданного качества обучения по соответствующей ООП.

Как правило, проектирование учебного процесса осуществляется вручную, что для опытных заведующих кафедрами не представляет существенных сложностей. Но так было до настоящего времени в рамках существовавшей ранее парадигмы высшего образования. Внедрение ФГОСВПО изменяет эту парадигму:

- увеличивается число учебных дисциплин, вводимых по решению вуза (кафедры, факультета, института) до 50% от их общего объёма;
- в рамках направлений подготовки бакалавриата вводятся профили (по аналогии со специальностями специалитета);
- в рамках каждого профиля предполагается не менее 1/3 объёма

вариативных дисциплин делать дисциплинами по выбору (одна дисциплина из двух, одна из трёх, две из четырёх и т. д.);

– студентам предоставляется право (а вузы обязываются обеспечить это право) формировать собственные индивидуальные образовательные траектории;

– для получения диплома о высшем образовании студент обязан набрать в рамках соответствующего профиля или направления подготовки определённое количество зачётных единиц (например, для бакалавров — не менее 240);

– студенту должна быть обеспечена возможность сравнительно просто изменять профиль обучения в рамках направления подготовки;

– учебные планы должны обновляться ежегодно, если это необходимо, в соответствии с развитием новых областей знания, что означает, в частности, изменение содержания учебных дисциплин (уточнение состава дидактических единиц), замену части из них другими, изменение последовательности изучения, переработку контрольно-измерительных материалов.

Всё это приводит ко многим проблемам, среди которых можно выделить следующие:

1. Количество учебных дисциплин по сравнению с предыдущим ГОСВПО увеличивается, хотя в каждый момент времени активно может использоваться их меньшее количество — в соответствии с выбором студентов.

2. Усложняется увязка учебных дисциплин между собой ввиду того, что некоторые из них должны являться исходными не для одной последующей дисциплины, а, возможно, для нескольких. В то же время, не одна а, возможно, несколько учебных дисциплин могут иметь одну и ту же последующую дисциплину.

3. Учебные дисциплины базовой части могут менять своё содержание (состав дидактических единиц), но сохраняют название и направленность, заданные в соответствующем стандарте. Учебные дисциплины вариативной части могут меняться полностью — по названию, содержанию, составу ДЕ.

4. Изменение учебных дисциплин в ООП одного профиля может затронуть ООП связанных с ним других профилей (в первую очередь, того же направления подготовки).

5. Выбор индивидуальной образовательной траектории с учётом взаимосвязанности учебных дисциплин и их количественных параметров представляет большую сложность не только для студентов, но и для консультантов (которые также предусматриваются новой парадигмой образовательного процесса).

6. Изменение учебных дисциплин может происходить после выбора студентом индивидуальной образовательной траектории. При этом могут исчезать те учебные дисциплины, которые были ранее запланированы, и

появляться новые с новым содержанием и новыми количественными параметрами.

Таким образом, в перспективе учебные планы и индивидуальные учебные траектории студентов будут формироваться динамически и переформировываться каждый год. Очевидно, что выполнение такой работы вручную представляет уже значительные сложности и может приводить к ошибкам, среди которых:

- нарушение правильной последовательности учебных дисциплин;
- "потеря" ДЕ, которые могут быть убраны вместе с исключаемой учебной дисциплиной, но не введены в другие;
- нарушение индивидуальных образовательных траекторий (в том числе по количеству набранных зачётных единиц), особенно в их заключительной фазе, когда исправить ситуацию изменением изучаемых дисциплин становится затруднительно или невозможно.

Одним из путей решения проблемы повышения оперативности и точности формирования учебных планов является использование средств автоматизации проектирования применительно к организационному объекту, каковым является учебный процесс.

Методы и средства автоматизации проектирования учебного процесса.

Организационные объекты, к которым относится учебный процесс, не имеют традиционного математического описания в форме алгебраических, логических или дифференциальных уравнений и поэтому сравнительно сложно поддаются анализу и тем более — синтезу. Но в данном случае можно выбрать способы математического описания для построения адекватных математических моделей, на основе которых можно осуществлять автоматизированное проектирование учебного процесса.

На входе любой учебной дисциплины имеется набор ДЕ (тезаурус обучаемого), знание которых необходимо для усвоения новых ДЕ, которые формируются на выходе этой дисциплины в процессе обучения. Между входным и выходным наборами ДЕ появляется совокупность промежуточных ДЕ, необходимых для постепенного перехода от входных массивов ДЕ к выходным. На выходе всего учебного процесса присутствуют приведённые в образовательных стандартах выходные компетенции, которые можно представить как группы отдельных ДЕ, освоение которых и приводит к овладению соответствующей компетенцией (возможно, что некоторые ДЕ входят в разные компетенции). Таким образом, входные ДЕ постепенно продвигаются по учебному процессу, к ним добавляются новые ДЕ, и в конце процесса они распределяются между компетенциями.

Дидактические единицы представляют собой элементы знаний, умений и навыков.

Для изучения ДЕ используются образовательные технологии, элементами которых являются определённые части учебного процесса: в

ходе продвижения по учебному процессу элементарные ДЕ объединяются в укрупнённые, объединение которых порождает образовательные модули, из которых строятся учебные дисциплины, совокупность которых порождает циклы дисциплин.

Образовательный процесс протекает во времени и занимает соответствующие периоды: занятие, неделя, семестр, год, всё время обучения (для бакалавриата 4 года).

Как и во всякой системе управления, в данном случае могут решаться два типа задач — анализа и синтеза.

Задача анализа сводится к тому, чтобы определить свойства системы обучения с разных точек зрения:

- какие ДЕ будут изучены;
- за какое время будет освоена определённая часть учебной программы (элементарная ДЕ, укрупнённая ДЕ, модуль, дисциплина, вся программа);
- последовательность изучения ДЕ во времени;
- повторяемость ДЕ в качестве входных, выходных и промежуточных;
- какие именно ДЕ достигнут выхода всей образовательной программы и войдут в выходные компетенции.

Определив указанные выше показатели, можно сравнить их с заданными и установить, соответствует ли рассматриваемая ООП существующим требованиям, например:

- укладываются ли все изучаемые ДЕ в заданные временные рамки;
- какие именно ДЕ не уложились в выделенное для их изучения время и др.

По результатам этого анализа можно принимать соответствующие решения по наполнению учебных дисциплин дидактическими единицами, распределению их во времени и т.д. Таким образом, автоматический анализ помогает ручному проектированию ООП.

Мы можем сказать, что не трудно отследить траектории перехода ДЕ сквозь последовательность учебных дисциплин от первого семестра к последнему по уже готовому учебному плану. При этом можно анализировать учебный план со следующих точек зрения:

- нарушение последовательности изучения ДЕ — когда для изучения ДЕ в рамках одной дисциплины требуются исходные ДЕ, изучаемые в последующих учебных дисциплинах ("порочные круги");
- многократное изучение — изучение одних и тех же ДЕ в различных учебных дисциплинах;
- оценка значимости ДЕ — например, по числу использований конкретных ДЕ для изучения других ДЕ.

Возможны постановки и других задач анализа. Важно, что многообразие задач анализа существенно усложняет выполнение его вручную, поэтому более целесообразен автоматизированный анализ с применением информационных технологий.

Ещё более сложной является задача синтеза — распределение заданной совокупности ДЕ между учебными дисциплинами. Основная проблема заключается в том, что, как правило, учебные курсы в традиционной форме не предоставляют в явной форме точный перечень ДЕ, хотя формально они присутствуют в рабочей программе дисциплины и даже распределены по занятиям. При реальном преподавании учебной дисциплины часть ДЕ оказывается не изученной (нехватка времени, срывы занятий и др.), часть — плохо изученной (например, из-за недостаточной подготовленности студентов), часть — появляется сверх рабочей программы (по инициативе преподавателя или студентов). Это вносит элемент неопределённости. На начальном этапе обучения такая неопределённость мало сказывается на усвоении последующего материала, но ближе к концу обучения могут неожиданно проявиться пропуски и пробелы в знаниях.

Таким образом, следует использовать как детерминированные модели учебного процесса (распределение ДЕ в предположении возможности их полного освоения), так и вероятностные (имитационные), учитывающие возможные помехи учебному процессу.

В обоих случаях важным преимуществом обладают электронные образовательные ресурсы. С формальной точки зрения, они содержат исчерпывающую информацию для применения программных средств автоматизации проектирования (анализа и синтеза). При этом вся информация, располагаемая на сайте, является доступной для автоматической обработки. Но необходимо предусмотреть соответствующие интерфейсы для связи электронных образовательных ресурсов с программными средствами автоматизации проектирования учебного процесса. Разработка и локальная стандартизация таких интерфейсов является важной задачей в рамках развиваемого направления по автоматизации управления учебным процессом.

Имитационное моделирование учебного процесса можно осуществлять с использованием классических языков и средств имитационного моделирования типа GPSS World, Arena, AnyLogic.

Учебный процесс может быть представлен в виде системы с очередями, где в качестве транзактов могут фигурировать студенты (а в некоторых представлениях — ДЕ). Возникновение очередей связано с ограниченностью ресурсов по времени, вместимости аудиторий, количеству преподавателей, доступности учебно-методической литературы и т. д.

Наряду с этим, существенное влияние на учебный процесс оказывают случайные события, учёт которых заключается в применении метода Монте-Карло. Таким событиями могут быть пропуски студентами занятий, срывы занятий по различным причинам, смена преподавателя в течение учебного семестра, случайные факторы при подготовке к экзаменам, ошибки при тестировании и т. д. Создание имитационных моделей такого

типа не представляет особого труда, но основной проблемой является их параметрическая идентификация. Определение ряда параметров (прежде всего, вероятностных характеристик различных случайных событий) возможно только на основе статистических данных о посещаемости, успеваемости и т. д. Эти данные могут накапливаться в электронном деканате, но нуждаются в соответствующей статистической обработке.

Использование детерминированных методов синтеза учебного плана (распределения ДЕ по учебным дисциплинам) может являться первым этапом проектирования учебного процесса. Вторым этапом может быть его имитационное моделирование.

При детерминированном синтезе решается задача добиться помещения в учебный план всей совокупности ДЕ. При имитационном моделировании решается задача оценки возможности усвоения заложенных в учебный план ДЕ, выявление узких мест или, напротив, мало нагруженных учебных дисциплин.

Автоматизированный синтез учебных планов может выполняться как в рамках структурного, так и параметрического синтеза.

Параметрический синтез предполагает, что структура учебного плана (в виде взаимосвязанной совокупности учебных дисциплин) уже создана. Тогда параметрический синтез может представлять собой одну из двух задач: 1) помещение в учебные дисциплины возможно большего количества ДЕ при заданных количественных параметрах учебных дисциплин (число зачётных единиц, число аудиторных занятий определённого вида); 2) определение необходимых количественных параметров учебных дисциплин для помещения в них заданного количества ДЕ. Очевидно, что при ручном синтезе обычно решается первая задача.

Структурный синтез предполагает, что имеется некоторое счётное множество ДЕ, которое следует распределить во времени (на подмножества) с учётом их взаимосвязи. При этом некоторые подмножества ДЕ в пределах одного семестра могут объединяться в учебную дисциплину соответствующей направленности.

Структурный синтез управляется элементами множества ДЕ: при их изменении автоматически меняется структура учебного плана, т. е. учебного процесса. Для получения нового учебного плана необходимо ввести новые ДЕ и указать их взаимосвязи с уже существующими.

Наличие множества ДЕ позволяет автоматизировать также формирование контрольно-измерительных материалов, по крайней мере, в части выбора ДЕ для контроля по результатам изучения конкретной учебной дисциплины.

В целом, описанные задачи синтеза (и общие подходы к их решению) соответствуют задачам оптимизации с различными целевыми функциями и ограничениями. Можно отметить также двойственность задачи параметрического синтеза. Решение рассмотренных задач можно

выполнять с применением теории графов или других методов и подходов исследования операций.

Отдельную задачу представляет формирование индивидуальных траекторий для студентов. Использование интерактивных курсов, локализованных на сайте с возможностью удалённого доступа, позволяет поставить задачу самостоятельного выбора студентом своей желаемой индивидуальной образовательной траектории. При статическом учебном плане (не меняющемся после выбора траектории) задача решается в интерактивном режиме: после ручного выбора ряда желаемых дисциплин (например, по их кратким аннотациям) автоматически предлагается набор возможных дисциплин, связанных с выбранными. При этом можно вручную выбрать конечную дисциплину (например, в восьмом семестре) и будут предложены учебные дисциплины, которые следует выбрать, чтобы прийти к желаемой. Можно, напротив, выбрать желаемую ближайшую дисциплину и получить предложения для её возможного продолжения. Выбор каждой новой учебной дисциплины уменьшает возможности дальнейшего выбора с учётом ограничений, в том числе, по числу набираемых зачётных единиц.

Индивидуальные образовательные траектории могут корректироваться каждый год (или даже каждый семестр) и тогда стоит немного другая задача — автоматизированно сформировать предложения по учебным дисциплинам на участке образовательной траектории с возможностью последующего уточнения выбора. Для повышения качества управления используется принцип обратной связи по выходной координате, которой является степень усвоения комплекса выходных ДЕ. Измерение выходной координаты осуществляется с помощью тестирования, в том числе автоматизированного. Проблема измерения и оценки изученности ДЕ является одной из важнейших, так как в системах с обратными связями качество управления прямо обусловлено точностью измерений. В данном случае измерение осуществляется для каждой ДЕ в отдельности. Это даёт теоретическую возможность отдельного регулирования степени усвоения каждой ДЕ, но реализация этого на практике представляет определённую сложность.

Управление учебным процессом предполагает формирование управляющих воздействий на этот процесс. В данном случае такими управляющими воздействиями могут являться рекомендации по изменению состава ДЕ в отдельных дисциплинах, последовательности и глубины их изложения. На данном этапе может быть только экспертное определение управляющих воздействий, так как математическое описание процессов в привычной для теории управления форме (и строгое решение задачи синтеза на его основе) отсутствует. Но остаётся возможность имитационного моделирования предлагаемых вариантов управления и сведение синтеза к перебору вариантов в рамках процедуры анализа с выбором наилучшего. Системы имитационного моделирования

предусматривают возможность автоматизации такого перебора и выбора наилучшего варианта по заданному критерию.

Серьёзной методологической проблемой является создание массива ДЕ по профилю подготовки. Это возможно сделать только с использованием модульного подхода. Каждая дисциплина и входящие в неё модули включают наборы входных и выходных ДЕ, состав которых формируется в соответствии с учебным планом. Но кроме названия ДЕ требуется также её характеристика, отражающая, в каком аспекте и как подробно она рассматривается. Очевидно, что в рамках разных учебных дисциплин одни и те же ДЕ могут рассматриваться и оцениваться по-разному. Например, математические методы в рамках математики и в рамках теории проектирования. В результате ДЕ должны быть охарактеризованы с точки зрения компетентностного подхода — какие именно компетенции они развивают в рамках конкретной дисциплины. Компетенции, приведённые в образовательных стандартах по конкретным направлениям подготовки, слишком общи и нуждаются в конкретизации с позиций развития знаний, умений и навыков. В результате появляются комплексы не только ДЕ, но и этих составляющих компетенций. В настоящее время нормативные документы по разработке образовательных программ не предусматривают такую детализацию компетенций, ограничиваясь их привязкой к более крупным составным частям — учебным дисциплинам или модулям. Использование интерактивных курсов создаёт предпосылки выполнения работы по привязке компетенций к ДЕ, так как она напрямую связана с созданием соответствующих тестов.

Заключение

Переход к новым образовательным стандартам вводит в жизнь новую парадигму образовательного процесса и ставит новые принципиальные проблемы, решение которых возможно только с применением современных информационных технологий, в том числе, на основе автоматизации проектирования организационных объектов. В настоящее время в ИКИТ СФУ ведутся серьёзные исследования по разработке методологии и технологической реализации данного подхода. Реализация концепции электронного университета на основе интерактивных курсов и электронного деканата создаёт технические возможности кардинального улучшения проектирования, организации и оптимизации учебного процесса.

Литература

1. Федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования. Направление подготовки 230100 Информатика и вычислительная техника. М., 2009.
2. Осин А. В. Открытые образовательные модульные мультимедиа системы. М. : Агентство "Издательский сервис", 2010. 328 с.

Дистанционные курсы, учитывающие текущее психофизиологическое состояние обучающегося

Аннотация

В работе предлагается подход к организации дистанционного обучения и разработки дистанционных учебных курсов с учетом текущего психофизиологического состояния обучающегося. Рассматриваются основные принципы построения аппаратных средств взаимодействия с дистанционным курсом и анализа биоэлектрических сигналов ученика.

В настоящее время дистанционное обучение активно развивается. Такой вид обучения является актуальным для ряда групп населения: люди из удаленных территорий, люди с ограниченными возможностями, при необходимости совмещения работы и учебы. Посредством дистанционного обучения становятся доступны любые виды образования от профессионального до высшего.

Преимущество дистанционного обучения заключается в том, что оно не требует лишнего времени на сдачу экзаменов и зачётов. Обучающийся может самостоятельно регламентировать учебный процесс.

При использовании дистанционных курсов и сети Internet сокращается время, необходимое для пересылки и возврата работ, а так же даёт возможность прямого общения с преподавателем.

Необходимо отметить, что дистанционное обучение имеет свои организационные сложности. Учебный материал студент должен осваивать самостоятельно. Время, потраченное на освоение учебного материала, обучающийся тоже регламентирует сам. Никто не станет его заставлять и контролировать ранее того, как работы будут отправлены в учебное заведение. Весь учебный процесс отдаётся на откуп студенту.

Помимо организационных можно выделить и психофизиологические недостатки дистанционного обучения с использованием традиционных дистанционных учебных курсов:

- Воздействие негативных факторов, в частности, монотонии, гиподинамии приводит к накоплению усталости в процессе обучения и изменения состояния и степени усвоения материала (рис. 1).
- Отсутствие психофизиологического контроля за состоянием обучаемого.
- Учебная нагрузка, как и учебный процесс, отдается на откуп студенту и не зависит от текущего физиологического состояния обучаемого. В частности, степень усвоения материала может снизиться, а

обучающийся может сознательно или несознательно продолжать учебный процесс вместо отдыха и перерыва.

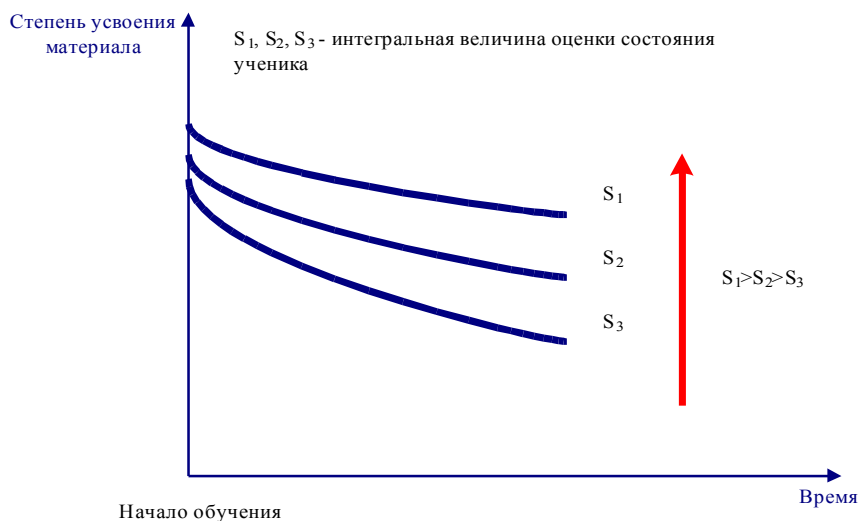


Рис. 1. Зависимость степени усвоения материала от физиологического состояния обучающегося

Поэтому необходимо таким образом организовывать дистанционный учебный процесс, чтобы в момент обучения студент находился в оптимальном психофизиологическом состоянии.

Цель работы: разработка дистанционных технологий и курсов с использованием контроля психофизиологического состояния и работоспособности ученика в процессе дистанционного обучения и динамической корректировки текущей и будущей нагрузки в зависимости от состояния обучаемого.

Использование разрабатываемых технологий и курсов позволит автоматически корректировать учебно-календарный график, расписание, время на обучение, что позволит повысить качество дистанционного обучения.

Для контроля психофизиологического состояния можно использовать различные подходы. Самым надежным способом является анализ биоэлектрических сигналов ученика в процессе обучения.

Для оценки состояния обучаемого предлагается использовать следующие биоэлектрические сигналы:

1) кожно-гальваническая реакция (КГР) – отражает процессы терморегуляции в связи с мышечной активностью, а опосредованно – силу и продолжительность стрессовых ситуаций. Фоновые физические колебания КГР и их интегральные показатели – количество, амплитуда и площадь отражают уровень тревожности и могут быть использованы для выявления индивидуально-психологических особенностей обучающегося;

2) кожная температура – является достаточно достоверным показателем для определения состояния человека, в частности наличия воспалительных процессов;

3) сигнал пульса – может использоваться для экспресс-диагностики сердечно-сосудистой системы и определения наличия стресса и изменения психоэмоционального состояния.

В табл. 1 приведены возможные состояния, характерные для большинства обучаемых, и результаты анализа биоэлектрических сигналов, необходимых для выделения этих состояний. Также приведены возможные действия системы дистанционного обучения в случае появления тех или иных состояний.

Табл. 1. Возможные состояния обучаемого

<i>Состояния обучаемого</i>	<i>Признаки</i>	<i>Результаты измерения (качественно)</i>	<i>Действия системы</i>
Усталость	Увеличение амплитуды кожно-гальванической реакции Изменение частоты и периодичности сердечных сокращений	Кожно-гальваническая реакция – выше порогового значения, параметры variability сердечного ритма выше или ниже установленных пороговых значений	Запрет работы в системе
Стресс	Повышение температуры, уменьшение амплитуды кожно-гальванической реакции	Температура выше установленного порогового значения, кожно-гальваническая реакция – ниже порогового значения	Запрет работы в системе с контролирующими элементами
Воспалительные процессы	Повышение температуры	Температура выше установленного порогового значения	Запрет работы в системе
Заболевания сердечно-сосудистой системы (для некоторых групп)	Изменение частоты и периодичности сердечных сокращений	Параметры variability сердечного ритма выше или ниже установленных пороговых значений	Предупреждение

Поскольку необходимым элементом учебного места обучаемого является компьютер с манипулятором «мышь», то предлагается разработать и использовать модификацию этого устройства применительно для поддержки процесса обучения и динамического контроля психофизиологического состояния ученика (рис. 2).

Для снятия кожно-гальванической реакции предлагается использовать схему на основе делителя напряжения из сопротивления участка ладони и резистора, встроенного в манипулятор. В качестве участка ладони может быть выбрано расстояние между указательным и средним пальцами.



Рис. 2. Модификация манипулятора мышь для использования совместно с системой дистанционного обучения

Для регистрации пульсового сигнала предлагается использовать оптический датчик. Он представляет собой комбинацию светодиода (излучателя) и фотодиода (светоприемника). Измерительное устройство регистрирует изменение светопрозрачности указательного пальца, в зависимости от ритма пульсации крови в течение определенного периода времени t . Датчик обрабатывает сигнал и передает на компьютер усредненное за промежуток времени значение.

Для съема температуры можно использовать термопару [1].

Программное обеспечение, необходимое для работы устройства, включает в себя две части: модуль для обеспечения взаимодействия между системой дистанционного обучения и мышью. Программное обеспечение в соответствии с заложенным в него алгоритмом работы осуществляет анализ биоэлектрических сигналов и сохранение информации о состоянии ученика и разрешении или запрете работы в системе (рис. 3).

Анализ биоэлектрических сигналов включает в себя выделение и распознавание элементов таких сигналов. Для решения такой задачи можно использовать интегральный анализ по нахождению коэффициента вариации совокупности отсчетов участков сигналов.

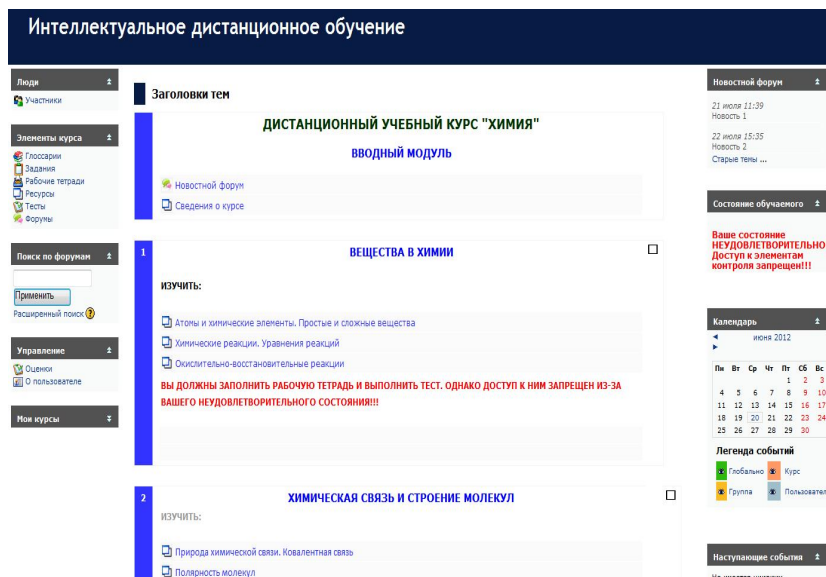


Рис. 3. Пример дистанционного курса в Moodle, учитывающий психофизическое состояние обучаемого

Рассмотрим n отсчетов u_k флуктуационного шума. Определим основные статистические характеристики такого сигнала: математическое ожидание M , дисперсию S^2 и коэффициент вариации v :

$$M = \frac{1}{n} \sum_{n=0}^{n-1} u_n, \quad S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{n=0}^{n-1} (u_n - M)^2, \quad v = \frac{S}{M}.$$

Значение коэффициента вариации для отсчетов шума приобретает достаточно большое значение.

Сместим на значение a рассматриваемые отсчеты шума u_k и определим характеристики M , S^2 и v полученного сигнала (рис. 4).

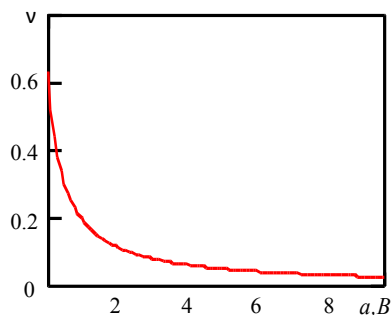


Рис. 4. График зависимости $v(a)$

Очевидно, что коэффициент вариации приобретает достаточно большое значение в случае отсутствия смещения сигнала. Чем больше величина смещения a , тем меньше значение v .

Рассматривая значение коэффициента вариации на ограниченной совокупности отсчетов биоэлектрического сигнала, можно сделать вывод о том, какой элемент представляет собой данный участок: при большом значении v - интервал, при малом - зубец [2].

Таким образом, реализация результатов работы позволит

осуществлять процесс дистанционного обучения при оптимальном психофизиологическом состоянии обучаемого и позволит достичь ряда преимуществ.

1. Контроль психофизиологического состояния ученика в процессе обучения.
2. Экспресс-диагностика заболеваний нервной и сердечно-сосудистой систем.
3. Динамическая коррекция учебного графика и расписания.
4. Прогноз состояния ученика с течением времени.
5. Повышение качества дистанционного обучения.

Литература

1. Варнавский А.Н., Тимохина Л.В. Аппаратно-программные средства поддержки дистанционного обучения детей с ограниченными возможностями. //Сборник материалов всероссийской конференции «Биомедсистемы-2011». – Рязань, 2012. – С. 47–49.

2. Варнавский А.Н. Анализ биоэлектрических сигналов в процессе дистанционного обучения детей с ограниченными возможностями. //Сборник трудов Международной молодежной конференции «Прикладная математика, управление и информатика». – Белгород, 2012. – С. 347–349.

Давлеткиреева Л.З.,

ФГБОУ «Магнитогорский государственный университет» к.п.н.,доц.
ldavletkireeva@masu-inform.ru

Махмутова М.В.

ФГБОУ «Магнитогорский государственный университет», к.п.н.,доц.
marmah63@mail.ru

Инновационная модель подготовки ИТ-специалиста в образовательной среде вуза

Аннотация

Динамичный характер профессиональной деятельности современного специалиста, использование в ней новейших информационных технологий обуславливают объективную потребность в решении проблемы совершенствования системы профессиональной подготовки специалистов в области информационных технологий (ИТ-специалистов) в вузе.

Подготовка ИТ-специалистов имеет свою особенность по сравнению с профессиональной подготовкой специалистов других направлений, что, на наш взгляд, определяется объектом их профессиональной деятельности, связанного с использованием аппаратного и программного обеспечения электронной вычислительной техники, вычислительных комплексов и систем. Пути развития системы образования тесно связаны с тенденциями современного этапа общественного развития. Принципы открытости и непрерывности становятся основополагающими принципами развития образования.

Анализ опыта зарубежных исследователей позволил выявить ряд наиболее значимых тенденций, общих для развития профессиональной школы различных стран: фундаментализация и расширение профиля подготовки специалистов; гуманизация естественнонаучного и технического образования и технологизация гуманитарного; сочетание демократизации и элитаризации образования на основе его диверсификации; переход от классической дисциплинарно-профессиональной рецептурной подготовки специалиста к мультидисциплинарному, проблемно-ориентированному образованию, преобразование ее в систему непрерывного образования, включающую в себя различные гибкие образовательные структуры. В числе отечественных исследователей приоритетных проблем развития теории профессионального образования необходимо отметить С.Я. Батышева, А.П. Беляеву, Е.Я. Бутко, Б.Д. Гершунского, И.А. Ивлиеву, Т.Е. Климову, А.М. Новикова, А.Г. Соколова, И.П. Смирнова, А.Г. Гостева, Е.А. Климова, А.Я. Найна, В.М. Распопова, А.Н. Сергеева и др.

Несмотря на теоретическую разработанность вопроса, остается ряд проблем, связанных с отсутствием единой методологии использования потенциальных возможностей информационных технологий в системе профессиональной подготовки специалистов, что порождает массу проблем, начиная от создания инфраструктуры информатизации вуза и заканчивая использованием имеющихся педагогических программных продуктов в учебном процессе. Решение этой задачи, на наш взгляд, возможно на основе построения образовательной информационной среды подготовки ИТ-специалиста.

Модели образовательной среды для Интернет - обучения и дистанционного обучения рассмотрены в работах ряда исследователей (А.В. Хуторской, Е.С. Полат, А.А. Калмыков, А.А. Андреев и др.), однако в этих исследованиях тема моделирования образовательной среды на основе технологии дистанционного обучения раскрыта только в процессуальном аспекте, не полностью учтены особенности системного, синергетического, личностно-деятельного и др. подходов. Слабым звеном, на наш взгляд, в анализе влияния технологии дистанционного обучения на результативность образовательного процесса, в частности, является превалирующий на практике формальный подход оценивания, выраженный в механическом учете количества технических ресурсов и дидактических материалов нового поколения, используемых при обучении. Подобный подход не позволяет осуществить качественный анализ процессов, происходящих внутри системы под влиянием новых технологий. Между тем, процесс обучения в образовательной информационной среде с использованием методики и технологии дистанционного обучения предполагает включение в рассмотрение не только процессов взаимодействия преподавателя и студента, но и весь комплекс отношений и условий, воздействующих на обучающегося. Исследования по данной проблеме показывают, что введение технологии дистанционного обучения в традиционную педагогическую систему требует коренного изменения всего комплекса отношений, содержания образования, условий, процесса, что позволяет рассматривать технологии дистанционного обучения как системообразующую функцию образовательной информационной среды подготовки ИТ-специалиста в вузе. Для оценки влияния системообразующей функции на образовательную информационную среду подготовки ИТ-специалиста необходимо осуществить моделирование этой среды в вузе.

Связь с основной учебной деятельностью, и тем самым повышение значимости процесса обучения, достигается посредством целенаправленного использования ресурсов образовательной информационной среды в режиме моделирования будущей профессиональной деятельности студентов. На начальном этапе ресурсы среды используются для расширения профессионального кругозора и приобретения обучаемым знаний об особенностях сферы его

профессиональной деятельности. Опора на рассматриваемый принцип в процессе обучения в ОИС призвана способствовать построению своеобразного сценария предстоящей профессиональной деятельности студента, постоянному совершенствованию его профессиональных навыков. Это позволяет выявлять, эксплицировать то неформальное знание, которое профессионалы ежедневно используют в своей практике, делать его предметом изучения и таким образом обеспечивать опережающий характер обучения.

Формирование ОИС подготовки ИТ-специалиста на основе ТДО по любой дисциплине представляет собой довольно длительный поэтапный процесс. В нашем случае среда базируется на общедоступных технологиях, их прогресс заставляет преподавателя постоянно пересматривать инструментальные возможности среды и, следовательно, ее дидактическое наполнение, методические решения, коммуникационные функции и т.п. Моделирование среды в вузе направлено на достижение главной цели - повышение эффективности подготовки ИТ-специалиста и подцелей:

- создание условий для осознания студентами особенностей будущей профессиональной деятельности и обеспечения расширения индивидуальной базы знаний будущего ИТ-специалиста;
- акцентирование внимания на развитии личностных качеств, необходимых для успешного овладения будущей профессией;
- определение уровня развития профессионально важных качеств, имеющихся у каждого студента, построение индивидуальных образовательных траекторий.

В структурном плане дидактическое обеспечение (ДО) учебной дисциплины в ОИС подготовки ИТ-специалиста в вузе представляет собой комплекс компонентов, который обеспечивает системную интеграцию инфокоммуникационных технологий в процесс формирования навыков сознательного и рационального использования ТДО в своей учебной, а затем профессиональной деятельности.

Мы обосновали построение модели среды подготовки ИТ-специалиста с позиций системного подхода. Следовательно, мы вправе предположить, что элемент системы, а именно, отдельная дисциплина подготовки, имеет признаки системы, а, следовательно, мы можем опробовать методику подготовки ИТ-специалиста в ОИС на отдельной дисциплине направления. Представим методику подготовки ИТ-специалиста в ОИС с использованием ТДО, на примере частной методики подготовки ИТ-специалиста по дисциплине «Базы данных».

К основным внешним факторам, определяющим организацию подготовки ИТ-специалиста в ОИС мы относим следующие:

- динамический характер изменений в социально-экономической среде и научно-техническом прогрессе, определяющих развитие общественных институтов на современном этапе; возрастающие

требования к личности выпускника вуза, ее образованности, воспитанности, мобильности, профессиональной компетентности, инновационных тенденций развития образования вообще и профессионально-ориентированного в частности, опирающиеся на гуманистические и демократические позиции, региональные условия и социокультурные традиции;

- расширение спектра профессиональных образовательных услуг, ориентированных на современные потребности личности, позволяющее обеспечить жизнедеятельность в условиях рыночной экономики, появление новых образовательных структур, кадровая востребованность в высококвалифицированных специалистах;
- необходимость совершенствования системы профессионального образования для более активного применения информационных технологий в обучении;
- внедрение новых технологий обучения и воспитания, ориентированных на формирование творческих способностей обучающихся.

К внутренним факторам, влияющим на организацию подготовки ИТ-специалиста в ОИС, мы относим:

- динамично меняющееся содержание учебного процесса из-за изменений, связанных с модернизацией профессионально-ориентированных дисциплин;
- переоснащение материально-технической базы учебного процесса;
- развитие автоматизированных систем управления учебным процессом;
- внедрение систем автоматизированного контроля процесса обучения.

На основании социального заказа на подготовку ИТ-специалиста, внешних и внутренних факторов, требований к подготовке ИТ-специалиста в вузе со стороны ГОС ВПО, потенциальных работодателей мы выделяем систему требований к подготовке будущего ИТ-специалиста по дисциплине «Базы данных» в ОИС. Будущий ИТ-специалист в результате изучения дисциплины «Базы данных» должен овладеть следующими компетенциями:

- способен ставить и решать прикладные задачи с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ПК-4);
- способен осуществлять и обосновывать выбор проектных решений по видам обеспечения информационных систем (ПК-5);
- способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе, участвовать в реинжиниринге прикладных и информационных процессов (ПК-8);

- способен моделировать и проектировать структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы (ПК-9);
- способен принимать участие во внедрении, адаптации и настройке прикладных ИС (ПК-13).

На основании требований компетенций были определены цели дисциплины «Базы данных»:

- формирование информационной культуры будущего ИТ-специалиста;
- развитие логического мышления, творческого и познавательного потенциала будущего ИТ-специалиста, их коммуникативных способностей;
- обучение будущего ИТ-специалиста основам технологии баз данных, глубокому пониманию информационных процессов на основе системного подхода.

Курс предназначен для подготовки будущего ИТ-специалиста в университете, учреждениях дополнительного образования, повышения квалификации и переподготовки научно-педагогических кадров. Модульность курса, реализуемого посредством создания электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) в ОИС подготовки ИТ-специалиста в вузе, позволяет использовать его на различных специальностях и направлениях подготовки в зависимости от выбора общих и специализированных модулей.

Образовательная среда предоставляет обучаемому, как пользователю, ряд возможностей (сервисов, функций): выполнение учебных мероприятий в учебном процессе; самостоятельное изучение учебных курсов; справочно-информационные услуги; электронная библиотека; читальный зал. Эти функции определяют «физическую» структуру образовательной информационной среды: компьютер или компьютеры, объединенные в сеть, программный комплекс, поддерживающий учебно-методический интерактивный комплекс, специальные средства, обеспечивающие удаленный доступ к сетевому учебно-методическому комплексу как основному информационному ресурсу.

Рассмотрим технологию подготовки ИТ-специалиста по дисциплине «Базы данных» в ОИС с использованием ТДО.

На теоретических занятиях обучающий в аудитории или/и с использованием Интернет-конференций излагает основные аспекты нового материала – цели и задачи, основные понятия, практическую применимость новых знаний, контрольные вопросы. Далее обучающийся приступает к изучению нового материала посредством работы с ЭУМК и подготовки вопросов для обсуждения. На консультациях происходит обсуждение этих вопросов, проводятся дискуссии по интересующим темам, анализируются способы решения задач и формулируются контрольные задания. Затем обучающийся выполняет контрольные задания, тесты

контроля и самоконтроля. Аттестационные мероприятия (экзамены, защиты курсовых и дипломных работ и т.п.) при обучении в ОИС подготовки ИТ-специалиста с использованием ТДО проводятся либо традиционно, либо при организации Интернет-конференций. В модуле курса определено:

- какой фрагмент обучения возлагается на компьютер, обычно повторение, закрепление, при необходимости из-за недостатка аудиторного времени - полный фрагмент обучения;
- степень индивидуализации обучения - программа адаптируется на основе ответа (ответов) на задания;
- история обучения будущего ИТ-специалиста - использование этих данных; допустимые типы ответов обучающихся, в частности, допустимы выборочные ответы;
- тип диалога - педагогически направленный;
- мера управления со стороны обучающегося – разрешены постановка вопросов, учебных задач, определение обучающимся желаемой помощи, стратегия обучения;
- тип управления - по процессу, помощь оказывается в любой точке решения задачи.

Дидактического обеспечения (ДО) процесса реализовано в виде специально разработанного электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) «Базы данных». Это позволяет обучающему через информационную составляющую процесса обучения, представленную в педагогических программных продуктах, базах данных и учебных материалах, осуществлять целостную технологию обучения. ЭУМК включает в себя совокупность взаимосвязанных по целям и задачам обучения разнообразные виды педагогически полезной содержательной учебной информации на различных носителях. Каждый элемент ЭУМК является не просто носителем соответствующей информации, но выполняет и специфические функции, определенные замыслом педагога. Таким образом, мы рассматриваем ЭУМК учебной дисциплины «Базы данных» как целостную дидактическую систему, представляющую собой постоянно развивающуюся базу знаний в одной из предметных областей.

Контроль осуществляется в форме мониторинга результатов теоретического и практического усвоения обучающимися учебного материала. Особенностью контроля при удаленном варианте обучения является необходимость дополнительной реализации функций идентификации личности обучающегося для исключения возможности фальсификации обучения. Для этого каждый пользователь имеет свой идентификационный код. Содержательная часть состоит из итоговых и промежуточных тестов для самопроверки и итогового контроля. Нами для контроля используется рейтинг, учитывающий активность студентов на всем протяжении изучения дисциплины. Рейтинговый (интегральный)

вариант контроля учитывает следующие составляющие:

• активность студентов (количество вопросов при консультациях, интенсивность участия в семинарах и т.д.),

- результаты выполнения лабораторных работ, творческих заданий, рефератов, которые в электронном виде высылаются студентом в процессе учения и оцениваются преподавателем,
- автоматизированное тестирование с помощью средств ОИС и др.

Мы выбрали модель смешанного обучения, которая представляет интеграцию технологий традиционного и дистанционного обучения, что находит свое практическое решение в ЭУМК учебной дисциплины «Базы данных» на основе модульности.

Нами опробованы различные виды обучения по дисциплине «Базы данных» будущего ИТ-специалиста в ОИС:

- очно-заочная форма обучения;
- в режиме дистанционного обучения на базе телекоммуникационной сети и Кейс-технологии;
- комбинированная форма обучения в ОИС подготовки ИТ-специалиста на основе ТДО;
- заочно-дистанционная форма обучения.

Функциональность ОИС подготовки ИТ-специалиста на основе ТДО предполагает модульность. При таком подходе к организации обучения обучающийся работает с учебной программой, составленной из отдельных модулей, принадлежащих к единому полю предметной деятельности, находящейся в фокусе изучения. Технология модульного обучения является одним из направлений индивидуализированного обучения, позволяющих осуществлять самообучение, регулировать не только темп работы, но и содержание учебного материала.

При структурировании содержания учебной дисциплины на учебные модули мы учитывали, что каждая часть - будущий модуль - состоит из связанных между собой в некотором отношении теоретических, эмпирических и практических компонент содержания, совокупность которых выполняет самостоятельную функцию; модуль учебной дисциплины имеет сложную композицию, построенную по принципам теории систем: морфологичности (компоненты и элементы находятся в некоторой взаимосвязи, что дает основание считать модуль подсистемой учебной дисциплины), функциональности (модуль, взаимодействуя с другими, имеет свое назначение), генетичности (имеет свою историю становления, развития и перспективу модернизации).

Модуль учебной дисциплины - это информационный узел, который в свою очередь является единицей, унифицирующей подход к структурированию целого на части. Он имеет сложную структуру: сюда входит цель его целостного освоения, задания для овладения каждым элементом, смысловое содержание и результаты.

Учебный модуль ЭУМК «Базы данных» как автономная часть учебного материала состоит из следующих компонент:

- точно сформулированная учебная цель (целевая программа);
- теоретический учебный материал;
- практические занятия по формированию необходимых умений;
- контрольные вопросы или контрольная работа, которые строго соответствуют целям, поставленным в данном модуле.

Все компоненты предусматривают реализацию базового (низкого), углубленного (среднего) и профориентированного (высокого) уровней подготовки будущего ИТ-специалиста в ОИС.

Основным документом по отбору содержания модулей ЭУМК «Базы данных» для подготовки будущих ИТ-специалистов являются государственные стандарты высшего образования. Данный документ является направляющим, но полностью не определяющим содержание подготовки специалистов.

Каждая кафедра ВУЗа, преподаватели при составлении рабочих программ конкретизируют предложенную программу подготовки в соответствии с формируемыми компетенциями. Следовательно, выбор конкретных программных и инструментальных средств остается за преподавателями кафедр. На наш взгляд, следует избегать такого субъективного выбора, поскольку инструментальные средства должны выбираться не на усмотрение преподавателя, а определяться той средой, в которую предстоит войти выпускнику вуза - будущему ИТ-специалисту.

В большинстве случаев в традиционной форме обучения организационный компонент реализуется посредством лекционной формы организации учебного процесса, информационно-сообщающих методов со стороны преподавателя и исполнительских методов работы слушателей. Предполагается, что студенты осмысливают услышанное и увиденное, останавливают свое внимание на ценных моментах. Лекционная форма обучения может быть дополнена использованием мультимедийных возможностей современной техники, позволяющей подготавливать электронные лекции с аудиовизуальной поддержкой представляемого материала.

Далее осуществляется усложнение всех компонентов курса: вводятся задачи с жизненно-практическим содержанием, групповые формы работы, дающие возможность моделировать ситуации сотрудничества, объяснять, контролировать, выявлять причины ошибок. Суть ее состоит в том, что студенты воспроизводят профессиональную деятельность в процессе обучения в специально созданных условиях, когда эта деятельность носит условно профессиональный характер, а при выполнении действий, операций отражаются лишь наиболее существенные ее черты. А.А. Вербицкий называет эту деятельность «квазипрофессиональной», она является переходной от учебной к профессиональной; студенты не

выполняют собственно профессиональную деятельность, а имитируют ее.

Непосредственному включению студентов в проектную деятельность предшествует серьезная предпроектная работа преподавателя, где он проводит поиск подходящей для проектного задания темы в предметном пространстве. Поле этого поиска, как правило, ограничено рамками учебного раздела, темы или курса. Тема учебного проекта может быть сформулирована самими студентами на основе изучения действительности. Преподавателем назначаются сроки работы над темой.

На следующем этапе работы в проектных группах со стороны студентов возникают информационные запросы в адрес преподавателя, касающиеся источников получения необходимых исходных и дополнительных сведений для работы над проблемой, а также регламента деятельности в проекте. Если это первый опыт студента, то ему необходимо разъяснить содержание и специфику работы в проекте.

После этого начинается непосредственная самостоятельная работа над реализацией проекта, в котором сочетается индивидуальная и групповая деятельность.

Мы рекомендуем преподавателям предусматривать такие формы работы (проблемные семинары, дискуссии, лабораторные работы и др.), в рамках которых студенты смогут обмениваться друг с другом информацией, промежуточными результатами, получая обратную связь для коррекции своей деятельности.

Обобщение самостоятельно подготовленных в ходе проекта материалов позволяет получить в итоге некий продукт в форме отчета (например, в виде технического задания), коллективного доклада, компьютерной презентации. Этот продукт представляется на общее обсуждение и оценку в соответствии с заданными на начальном этапе критериями.

Эффективность формирования готовности к профессиональной деятельности, включающей самостоятельность и гибкость мышления, зависит от того, насколько сами студенты проявляют активность, интеллектуальную инициативу, то есть насколько находят оригинальные и нестандартные подходы при решении поставленных задач. Соблюдение указанного комплекса дидактических принципов и проблемного мышления определяется нами как необходимое при подготовке ИТ-специалиста.

Следующим фактором повышения эффективности подготовки будущего ИТ-специалиста является учет индивидуальных различий обучаемых. Отношение к учащемуся как субъекту учебного процесса в информационно-образовательной среде должно быть связано с правом выбора каждым из учащихся собственной технологии овладения знаниями и навыками с учетом индивидуально-психологических особенностей субъекта - внимания, памяти, мышления, типа нервной деятельности; оно базируется на изучении индивидуально-типических процессов и способов познания, на выявлении психофизиологических механизмов, лежащих в

основе индивидуально-своеобразных путей овладения новой информацией. Принцип индивидуализации реализуется и при учете мотивационных установок, подборе структуры курса, при выборе партнеров по обучению. И, наконец, учебная деятельность в ОИС выходит на уровень сотворчества всех участников учебного процесса - обучаемых и преподавателя, учащихся друг с другом, обучаемых и представителей сетевого сообщества. Сотворчество проявляется в совместном развитии среды, обновлении ее ресурсов, а также в раскрытии личностных качеств друг друга.

Еще одной, на наш взгляд, наиболее значимой составляющей, которой мы уделяем особое внимание, является совершенствование профессиональной компетентности педагога как специалиста. Профессиональная компетентность специалиста-педагога имеет сложную многогранную структуру и включает в себя профессиональные базовые (научные) знания и умения, ценностные ориентации, мотивы деятельности, понимание своего места в обществе, стиль взаимоотношения с коллегами, его общую культуру, способность к творчеству. Результативность действий специалиста-педагога может быть обеспечена лишь при взаимодействии всех компонентов профессиональной компетенции. Поэтому непрерывное образование и технологии учения должны быть направлены на развитие личности специалиста-педагога, его ценностных ориентации, мотивов действий, а так же на формирование способности к самоанализу и самосовершенствованию, а не только на развитие профессионально значимых знаний и умений. Таким образом, непрерывное образование не должно сводиться только чисто к профессиональным проблемам. Лишь при такой постановке обучения педагог сможет оставаться носителем и проводником культуры в обществе.

Стремительный рост сетевых информационных ресурсов по предмету изучения, постоянное обновление содержания уже существующих ресурсов приводят к тому, что преподаватель физически не может отслеживать всю новую информацию. Взаимокомпенсаторная активность проявляется в том, что обучаемые и другие участники учебного процесса обмениваются информацией и ссылками на обнаруженные или созданные ими ресурсы, представляющие интерес для учебного процесса. Поддержка ОИС возможна также через организованную учебную деятельность в виде целенаправленного поиска, анализа и описания ресурсов или создания обучающих программных средств как формы самостоятельной, курсовой или даже дипломной работы.

Связь с основной учебной деятельностью и тем самым повышение значимости процесса обучения достигается посредством целенаправленного использования ресурсов образовательной информационной среды в режиме моделирования будущей профессиональной деятельности студентов. На начальном этапе ресурсы среды используются для расширения профессионального кругозора и

приобретения обучаемым знаний об особенностях сферы его профессиональной деятельности. Это способствует построению своеобразного сценария предстоящей профессиональной деятельности студента, постоянному совершенствованию его профессиональных навыков, позволяет выявлять, эксплицировать то неформальное знание, которое профессионалы ежедневно используют в своей практике, делать его предметом изучения и, таким образом, обеспечивать опережающий характер обучения.

Результаты исследования прошли апробацию в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ № 10-06-01184а «Разработка инновационных механизмов повышения конкурентоспособности выпускников ИТ-специальностей вуза в условиях монопромышленного города».

Литература

1. Давлеткиреева Л.З. Информационно-предметная среда в процессе профессиональной подготовки будущих специалистов в университете. Монография./Л.З.Давлеткиреева.- Магнитогорск: МаГУ, 2008.- 142с.

2. Махмутова М.В. Образовательная информационная среда подготовки ИТ-специалиста с использованием технологии дистанционного обучения. Монография./ М.В.Махмутова, И.Г.Овчинникова. – Магнитогорск: МаГУ, 2009. – 162 с.

3. Закон Российской Федерации «Об образовании» (в редакции ФЗ от 13.01.1996 г., № 12 – ФЗ, с изменениями на 27 окт. 2008 г.). Режим доступа: <http://www.educom.ru/ru/documents/education.php>

Зиндер Е. З.,

НО Фонд ФОСТАС, президент
ezinder@fostas.org

Юнатова И. Г.

НО Фонд ФОСТАС, ведущий эксперт
irinayunatova@rambler.ru

От метамоделей к практике: основы устройства адаптивной системы описания и измерения профессиональных компетенций

Аннотация

Предлагается работающая модель устройства системы измеримого представления и формализованного сравнения компетенций, их компонент и профилей. Измеримое сравнение распространяется на оценку разрыва между целевыми и существующими компетенциями, например, профилями компетенций работ и компетенциями индивидов как кандидатов на исполнение работ. Описываются шаги адаптации обобщенной нормализованной модели компетенций к сфере ИКТ. Предложена технология специальных сменных информационных блоков – «картриджей специальностей», дополняющих адаптированную мета модель для работы с компетенциями конкретной специальности или группы специальностей. Приведены содержательные описания доменов основных характеристик компетенций, позволяющие использовать эти домены как шкалы для измерения характеристик компетенций.

Проблемы профессиональной подготовки, поиска и развития кадров

Компетентностный подход развивается во всех областях, в которых необходимо опираться на участие профессионально подготовленных индивидов, осуществлять их отбор или профессиональную подготовку. Международные нормативные документы, проекты и стандарты последних двух-трех лет (см. [1],[2],[3],[4]) подчеркивают актуальность дальнейшего уточнения и развития этого подхода.

Вместе с тем, описания компетенций в действующих нормативных документах и во многих новых инициативах остаются наборами слишком неопределенных и (или) обобщенных по содержанию формулировок. Это не позволяет решать практические задачи с нужным уровнем точности, порождает большое число случаев взаимной неудовлетворенности работодателей, вузовских методистов и обучающихся. Несмотря на то, что эта ситуация в целом известна, попытки ее разрешения буксуют в области ее разрешения за счет сбора мнений и попыток их упорядочения тем или

инным способом, определяемым конъюнктурой момента. По этой причине актуальным является более детальный анализ разных сторон ситуации.

В некоторых отношениях обобщенность формулировок, выражающих требования к компетенциям индивида, может быть объяснимой и даже полезной. Поэтому малая часть университетов, обладающая хорошей репутацией и кадровой базой какое-то время может опираться на обобщенные требования (например, на образовательные стандарты или на примерные программы [5], выполненные на хорошем уровне качества) и, обладая хорошим видением развития ИТ, обеспечивать высококачественную подготовку специалистов, готовых к решению разнообразных профессиональных задач в сфере ИТ. Часто считается, что такие специалисты будут обладать компетенциями, заведомо позволяющими очень быстро понимать профессиональные ситуации в различных трудовых условиях и результативно решать любые возникающие профессиональные задачи. Они будут способны самостоятельно и очень быстро дообучаться, осваивая тот программный, языковой, математический инструментарий, который потребуется в конкретной рабочей среде. Плюсы такой позиции известны:

- профессиональная подготовка индивида выполняется в привязке не только к сегодняшним требованиям и не только к требованиям одного конкретного работодателя, но и к возможностям быстрого самостоятельного самообразования, к изменчивости технологий и решаемых задач, и т.д.,
- обеспечивается возможность LLL - самостоятельного развития специалиста в течение всей его профессиональной жизни,
- обучающийся или работающий специалист лучше подготовлен к изменениям на рынке труда, а университеты – к устройству своих выпускников.

Такой высокий уровень компетенций обеспечивается развитием способностей и навыков индивида к самостоятельному и постоянному освоению новых методов и технологий, к творческой работе, к критической самооценке, к переоценке планов и результатов своего труда, и т.д. Однако, слишком часто эти положительные качества не реализуются или не могут быть использованными.

Дальнейший анализ и выделенные ниже недостатки к каждому конкретному обучающемуся, университету, работодателю, конечно же, относится только частично. Целью является показ картины органических противоречий, воспроизводящих эти недостатки. Наличие и неизбежность таких противоречий и требует современного уровня измерения, оценки и управления минимизацией соответствующих рисков. В частности, требуется учитывать, что:

- далеко не все обучающиеся по своим способностям могут выйти на столь высокие, как было описано выше, уровни компетенций –

- вообще или за ограниченное время обучения;
- многим работодателям не нужен описанный высокий уровень профессиональной компетентности работника (хотя это может быть и иллюзией);
 - далеко не все университеты и преподаватели способны выводить обучающихся на описанный уровень компетентности;
 - от обучающихся на практике требуются далеко не только профессиональные ИТ-знания и умения их применять (т.е. когнитивные умения), требуются также умения результативно работать в команде, эффективно коммуницировать с конечными пользователями и другими заинтересованными лицами, выполнять свои профессиональные функции в условиях предельно ограниченного времени, и многое другое за рамками собственно «ИТ-знаний», что требует специфических программ подготовки, тренингов и тестов;
 - в педагогических коллективах практически не ведется разработка таких специфических тренинговых программ и соответствующих тестов, которые были бы сфокусированы на выведении обучающихся на уровень способностей применять ИТ-знания именно в описанных реальных условиях работы в команде, ограниченного времени, и т.д. (а создание таких тренингов и тестов требует опоры на систематическое измерение целей и результатов);
 - в успешных случаях обучающиеся выходят на высокий уровень компетентности чаще за счет высоких личных способностей и удачных учебно-практических заданий высокой сложности, чем за счет измеряемого и контролируемого процесса освоения всех компонент целевых компетенций.

Если же такие качества обучающегося формируются, то они часто превышают потребности предприятия в необходимом для продуктивной работы уровне их развития. В то же время, специалисты с подобным уровнем саморазвития в реальной рабочей среде ИТ-компаний, выполняющих коммерческие проекты, очень часто ощущают невостребованность своих способностей и даже их деградацию. А в случаях, когда они проявляют инициативу, выполняя углубленное исследование объекта автоматизации, начинают предлагать потенциально более адекватные потребностям заказчика, но нешаблонные решения, это удорожает проекты, приводя их к реальной, но более высокой стоимости, что противоречит ожиданиям заказчика и руководителей проектов.

Кроме того, многие работодатели и менеджеры считают неоправданным нести собственные расходы на дополнительную подготовку работника к сегодняшним задачам именно данного предприятия. Например, на освоение конкретного языка и системы программирования, конкретного прикладного пакета, тем более –

конкретной прикладной области предприятия заказчика. То есть они ожидают не «очень умного универсала», а высокопроизводительного и дисциплинированного «пахаря» на том участке, который они видят сегодня (при этом такой участок может представлять собой работу с весьма сложными технологиями).

Понятно, что практикуемый метод прохождения практики и выполнения выпускной работы на задачах и в реальной производственной среде заказчика, решает проблему частично и не надолго.

Однако плоха и обратная ситуация, когда специалист, подготовленный для решения набора конкретных задач, сталкивается с новой ситуацией (новым классом ИТ-систем, необходимостью применить новый математический метод расчета, новой отраслью заказчика и новой профессиональной культурой, и т.д.) и не обладает компетенциями быстро и результативно работать в этой ситуации.

Описанные противоречия, в частности, противоречия между формированием «избыточных» компетенций в одной части профиля специалиста и их недостатком в другой части, являются органичными и известны не первое десятилетие. Эти противоречия могут решаться и (в хорошей практике) решаются разными способами. Авторы считают, что стоит подробно анализировать эти способы, но это не планируется делать в рамках данной публикации.

Стоит отметить, что затраты на решение этих противоречий в разных случаях могут очень сильно различаться. Ущерб, возникающий для предприятия и специалиста на отрезке времени, пока противоречие разрешается, может быть неприемлемым как для заказчика, так и для исполнителей ИТ-проекта. Результатом часто является многократный перерасход времени и бюджета проекта и другие отрицательные последствия, вплоть до отказа от эксплуатации уже развернутой, а возможно и официально принятой ИТ-системы, и даже вплоть до разорванных контрактов. Часто считается, что за недопущение таких исходов в каждом случае «отвечает» хорошее управление проектом и архитектурное решение ИТ-системы, однако на самом деле корни ситуации часто лежат в области подготовки привлекаемых к проекту ресурсов: в неадекватной компетентности работников – представителей как исполнителя проекта, так и его заказчиков.

Определение устройства информационных блоков адаптивной системы описания и измерения профессиональных компетенций

По указанным выше причинам авторы считают необходимым иметь – наряду с прочими инструментами – средства логически корректного и измеримого описания компетенций и профилей компетенций, относящихся и к необходимым работам, и к специалистам как исполнителям работ (исполнителям в широком смысле, включая руководителей/менеджеров). Обладание этими инструментами позволяет и должно использоваться для поддержания с их помощью большого спектра управленческих работ и

решений. В этот спектр работ входят, прежде всего

- определение профилей компетенций, требуемых для выполнения определенной группы работ либо определенного вида деятельности, причем определение этого профиля не только в виде общих описаний, но и как набора измеримых показателей каждой компоненты компетенции с их значениями;

- сравнение профиля этих целевых компетенций и набора компетенций, которым обладает конкретный индивид (специалист, абитуриент), не только экспертная оценка, но и вычисление измеримых параметров разрыва между целевыми и реально имеющимися компетенциями, на этой основе – оценка разрыва и планирование способа его ликвидации.

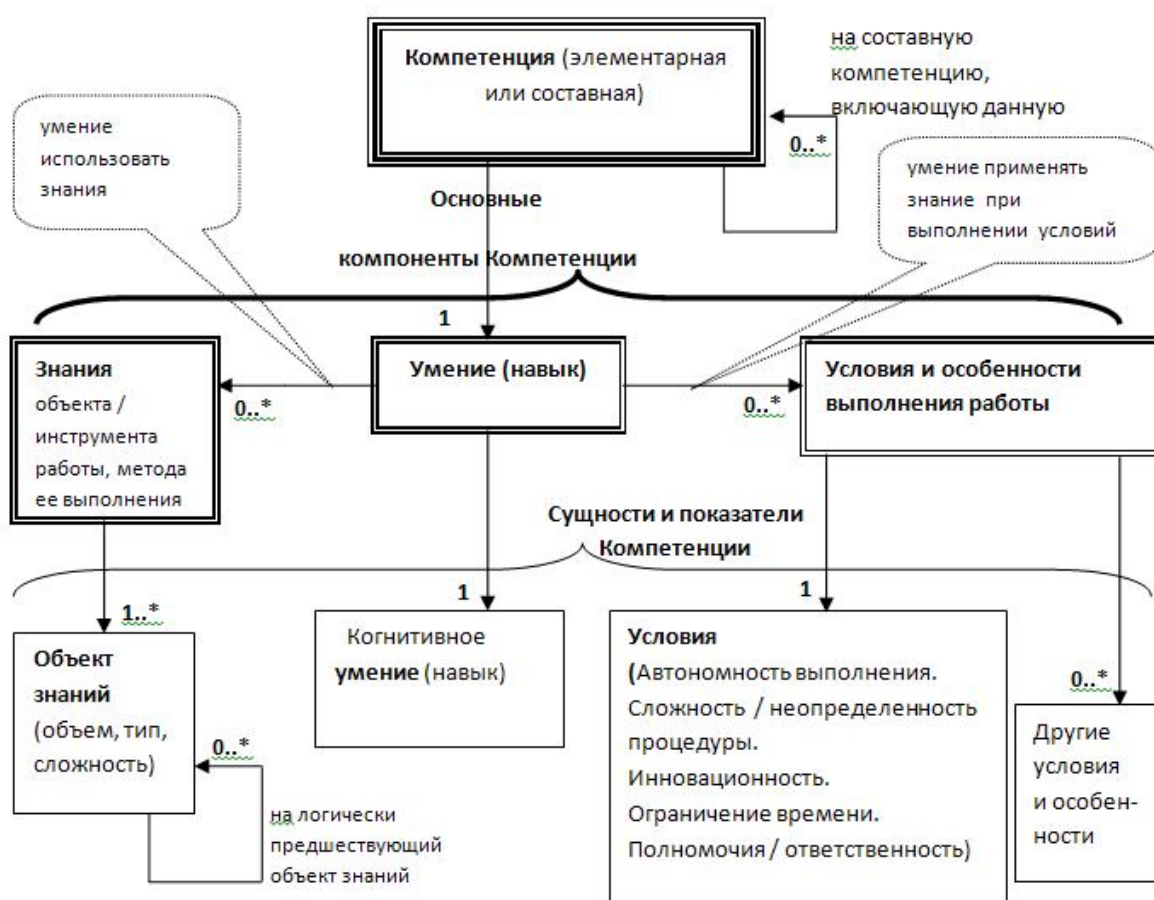


Рис. 1. Укрупненная схема нормализованной метамодели компетенций. (Примечание: схема выполнена на основе [7], [8]).

В публикациях [6],[7],[8] авторы представили общую схему формирования и основные рычаги управления в современных образовательных средах, включая направление движения от уровня глобальных, но целостных современных комплексных образовательных

сред до предложенной авторами нормализованной метамоделю профессиональных компетенций (см. рис. 1) и опробованных авторами способов ее применения. Обосновывалась целесообразность применения этой метамоделю для формирования частных моделей (описаний) конкретных компетенций, которые позволяли исключать значительный объем перечисленных выше проблем, например, давали бы возможность вычислять разрывы между существующим и целевым профилями компетенций по разным компонентам каждой компетенции. Было показано, что такая способность моделей должна базироваться на ее специфической нормализации, включающей использование принципа простых доменов и определение отношений порядка на каждом домене.

В данной публикации излагается

- дальнейшая детализация схемы нормализованной метамоделю компетенций,
- подход к ее адаптации к конкретной предметной области в сфере ИТ и методический механизм ее привязки к конкретным ИТ-специальностям и специализациям, вариант набора простых доменов, на каждом из которых определено отношение порядка.

Детализация схемы нормализованной метамоделю компетенций производится выделением детальных нормализованных сущностей метамоделю:

- Центральная сущность компетенции:
 - Когнитивное умение компетенции
- Сущности объектов знаний:
 - Объем и сложность объектов знаний компетенции
 - Сложность предметов, с которыми выполняются работы, на которые распространяется компетенция
- Сущности условий и особенностей выполнения работ (деятельности):
 - Условия в части автономности выполнения работ (деятельности)
 - Условия в части сложности процедуры выполнения работ (деятельности)
 - Инновационность работы / деятельности
 - Критические ограничения времени на выполнение работы
 - Предусматриваемые при выполнении работ (деятельности) ответственность и используемые полномочия

Для каждой детальной сущности определяется своя измеряемая характеристика, чаще всего рассматриваемая как «уровень», который берется из простого домена значений. Далее будет приведен конкретный набор основных простых доменов, на каждом из которых определено отношение порядка. Будет приведен такой набор доменов, который уже конкретизирован для сферы ИТ, но является все еще обобщенным, так как им задается только первый шаг перехода от обобщенной метамоделю

(рассчитанной на разные сферы трудовой деятельности) к моделям компетенций конкретных ИТ-специальностей.

В связи с этим определяется процесс адаптации и дополнения метамоделей к конкретной предметной области в сфере ИТ и методический механизм ее привязки к конкретным ИТ-специальностям и специализациям.

Для использования общей метамоделей в работе по формированию множества реальных профилей для разных ИТ-специальностей и специализаций предлагается технология так называемых картриджей специальностей (групп специальностей), каждый из которых является информационной структурой, содержащей набор описаний компетенций для одной специальности или группы схожих специальностей, то есть ее профиль компетенций. Описания компетенций в этом профиле удовлетворяют следующим условиям:

- выполнены в рамках одной метамоделей с использованием одного набора классов сущностей метамоделей,
- используют простые домены с одинаковым общим упорядоченным подмножеством значений – уровней характеристики соответствующей сущности метамоделей,
- могут в каждом домене использовать расширения, связанные с особенностями рассматриваемой специальности (группы специальностей), но не нарушающие общее упорядоченное подмножество значений домена,
- опираются на общие универсальные компетенции и на общие процедуры измерения и сравнения компетенций.

Таким образом, в общем случае предусматриваются следующие уровни и шаги адаптации и дополнения общей метамоделей к работе с моделями конкретных компетенций индивида или учебного курса (см. рис. 2):

- Построение адаптированного варианта метамоделей, ориентированного на специфику рассматриваемой области или сферы профессиональной деятельности (например, не просто на деятельность в широчайшей сфере ИКТ, но на деятельность, включающую или не включающую инновационную деятельность в проектах создания технологий и автоматизированных систем, рутинную деятельность по поддержке работоспособности систем, и т.п.);
- Построение картриджа профиля компетенций конкретной ИТ-специальности или группы близких специальностей.

На первом шаге выполняется уточнение профессионального глоссария (и онтологии) рассматриваемой области или сферы деятельности, могут добавляться некоторые сущности, сужаться, расширяться или расщепляться простые домены, модифицироваться

правила расчета свернутых оценок компетенций.

На втором шаге выполняется набор действий, формирующий сменный набор дополнений («картридж специальности»), добавляемый к метамодели, адаптированной в рамках первого шага. Кроме того, с учетом этих дополнений описывается примерный набор компетенций, предусматриваемый примерными образовательными программами, образовательными стандартами, устойчивыми фирменными требованиями к сертификации специалистов (например, требованиями к компетенциям администратора баз данных определенного уровня).



Рис. 2. Укрупненная схема адаптации системы измерения профессиональных компетенций к конкретным специальностям и специализациям

Конкретизация и грануляция компетенций в картридже могут быть различными, их выбор для каждой специальности будет зависеть от накапливаемого практического опыта работы с построением профилей компетенций и измерением их разрывов. В зависимости от варианта

принятых нормативных актов и производственной практики границы специальностей могут меняться. Технология картриджей будет учитывать актуальные содержательные границы между ними. Например, будет определяться то, насколько и как целесообразно разделять картриджи групп специальностей «Системный аналитик / архитектор» и «Администратор / проектировщик баз данных».

После выполнения адаптации метамоделей и дополнения ее картриджем специальности можно выполнять управленческие и педагогические работы из спектра, упомянутого выше, в частности:

- определение профилей целевых компетенций, требуемых для выполнения определенной группы работ либо определенного вида деятельности (то есть конкретные заказы кадровых служб и руководителей проектов);
- измерение и описание профиля компетенций, которым обладает конкретный индивид (специалист, абитуриент);
- сравнение этого профиля с профилем целевых компетенций и вычисление измеримых параметров разрыва; оценка разрыва и планирование способа его ликвидации.

Домены системы измерения профессиональных компетенций

Ниже представлены основные простые домены характеристик сущностей одного из вариантов адаптированной метамоделей компетенций и пилотный, но рабочий вариант состава значений для этих доменов. Значения в этих доменах упорядочены, что отвечает требованиям нормализованной метамоделей компетенций и позволяет использовать их как оценочные шкалы для метрик таких компонентов компетенции, как знание, умение, способности. Каждая шкала содержит описания семантики каждого уровня шкалы, которые обеспечивают применимость шкал для практических работ по оценке компетенций и их профилей. Представлены шкалы, адаптированные применительно к сфере ИКТ, но без какой-либо конкретизации к подмножеству этой сферы. Эти шкалы достаточно устойчивы, так как разработаны на основе интеграции классических таксономий и шкал нормативных документов, обеспечивают хорошую различимость уровней, предусмотренных в шкале.

Описания и примеры приведены в сокращенном виде для выполнения ограничений объема публикации.

Шкала объемов знаний. Основана на выделении четырех категорий знания: фактологическое, концептуальное, процедурное и метакогнитивное. Предложенная здесь классификация знаний использует все эти категории и опирается также на существующие профессиональные стандарты квалификаций и компетенций (например, [9]). Разработаны обобщенные трактовки семантики каждого уровня (их краткая форма включена в Таблицу 1), а также трактовки, ориентированные на сферу ИКТ и представленные после Таблицы 1 сокращенными примерами, которые

взяты из оценочной шкалы, разработанной авторами для профессиональной задачи оценки потребностей рабочих ИТ-процессов в компетенциях исполнителей.

В полученной шкале на каждом из пяти уровней описываются актуальные для него категории требуемых знаний, и задано, чем каждый последующий уровень отличается от предыдущего.

Таблица 1. Шкала объемов знаний

Номер уровня	Краткое описание типов и объемов знаний уровня (по нарастанию объемов и усложнению знания)
1	Сведения о конкретных профессиональных элементах, деталях устройств, отдельных функциях программ и ИС на уровне пользователя. Сведения о простых профессиональных процедурах, в которых выбор объекта (например, экранной формы) определяется прямым указанием.
2	Дополнительно к уровню 1 требуются сведения об объекте работы как агрегированном, с учетом набора основных элементов в его составе, но без учета всех связей и особенностей их внутреннего взаимодействия. Требуются сведения о разных вариантах решения поставленных задач, критериях выбора варианта решения задачи или процедуры для выполнения работы.
3	Дополнительно к уровню 2 нужны сведения о связях и особенностях внутреннего взаимодействия элементов агрегированного объекта, о более сложных объектах из своей области, некоторые сведения из смежных областей, сведения о методах анализа и прогнозирования, общие законы, профессиональные сведения о процедурах / действиях с субъектами внешней среды (например, с провайдерами).
4	Дополнительно к уровню 3 требуются профессиональные сведения о сложных объектах комплексной структуры, включающей организационные, экономические и технические аспекты в своей области и из других профессиональных областей. Добавляются сведения о правилах и процедурах высокой сложности взаимодействия с внешними организациями, о теориях и моделях, о методах разработки концепций, о методах совместного использования информации из разных предметных областей.
5	Дополнительно к уровню 4 необходимы сведения высокого уровня агрегации и обобщения (например, объект работы – все предприятие и / или сложная ИС, обеспечивающая работу всего предприятия, и т.п.), и т.д., о методах построения метамоделей, о методах синтеза новых знаний, о технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии.

Примеры трактовок уровней шкалы для сферы ИКТ:

1 уровень: Сведения о меню, экранных формах и способах работы с ними; о стандартной процедуре ввода данных; о применении стандартных программ; о порядке действий по замене картриджа.

2 уровень: Сведения об устройстве или программе в целом с их

компонентами и сообщениями; о том, как устроен принтер и как он подключен к ПК; о взаимосвязях "стандартных у заказчика" приложений и системных программ, их параметров и их связи с оборудованием, позволяющих настраивать параметры ПО; о информационной безопасности; о том, как запоминать информацию, что помнить, а что надо искать в справочнике.

3. Сведения об основах СУБД, ОС, распределенных систем, об информационной безопасности, о методах прогнозирования развития профессиональной ситуации. Сведения о законе спроса и предложения. Сведения об основах управления проектами, о методах разработки и оценки планов и бюджетов в пределах проекта или годового плана развития подразделения

4 уровень: Сведения об инфраструктуре ИТ на данном предприятии; о современных СУБД ; о том, как применяется краткий пересказ основных деталей документа (руководства, инструкции) для освоения его основной идеи и структуры, как применяется изображение блок-схемы для уяснения алгоритма действий. Сведения о том, как для поиска неисправности оборудования применяется метод анализа, диагностики; как для восстановления неполной или поврежденной информации применяется метод логической дедукции.

5 уровень: Сведения о методах построения и совершенствования систем управления предприятиями в современных бизнес-условиях; об управлении проектами. О методах построения и совершенствования систем управления предприятиями в современных бизнес-условиях; об управлении проектами.

Практика применения такой шкалы показала, что для полноценной сравнительной оценки уровня знания, необходимого в компетенции, целесообразно дополнительно использовать понятие сложности объектов, являющихся предметами работы. В полном объеме этот подход применим в конкретных профессиональных областях сферы ИТ, для которых возможна и была *опробована разработка классификаторов предметов работы с оценкой их сложности*. Тем самым была разработана и опробована одна из важнейших частей картриджа для рассмотренных в упомянутом проекте групп специальностей.

Шкала когнитивных умений более традиционна, так как удалось в большем объеме применить известные таксономии когнитивных процессов [10]. Вместе с тем, для достижения нормализации потребовалось произвести некоторые трансформации шкалы. Для описания компетенций в сфере ИКТ принято решение использовать 5-уровневую шкалу когнитивных умений (навыков), поскольку предлагается не выделять отдельно начальный уровень Б. Блума «*Умение запоминать и воспроизводить изученный материал*», считая его слишком примитивным. Предложено объединить его с уровнем «*Понимание материала как Умение его применять*». Применительно к образовательным программам это

предполагает включение в тесты проверок не на примитивное воспроизведение сведений материала, а на использование этих сведений для решения задач или, как минимум, для их содержательной интерпретации.

Вместе с тем, в рамках построения каждой адаптированной метамоделю может делаться свой выбор включения или исключения низших и высших уровней. Так, вполне вероятно, что для области инновационных ИТ-проектов целесообразно рассмотреть варианты расщепления или иной модификации старших уровней шкалы.

Каждый уровень умений означает, что в него включаются умения и всех предыдущих уровней. С учетом этого, на практике выбирается тот уровень умения, обладания которым достаточно для выполнения целевой работы в том смысле, что умения более низких ступеней недостаточны, а более высоких уровней – излишни. Использование этого свойства домена позволяет и на нем естественным образом ввести отношение порядка.

Таблица 2. Шкала когнитивных умений

<i>Номер уровня</i>	<i>Описание умений (навыков) для каждого уровня (с включением умений предыдущих уровней)</i>
1	Умение понимать/ объяснять / интерпретировать ситуацию (событие), иллюстрировать ее примерами, а также применять готовые процедуры/правила.
2	Умение анализировать, классифицировать, предсказывать на основе несложных причинно-следственных связей, диагностировать.
3	Умение восстановить пропущенное или отсутствующее знание (информацию, теорию - возможно "искаженную"), применить метод дедукции..
4	Умение обобщать, делать выводы методом индукции, планировать (работы), моделировать, конструировать еще не существующий процесс / процедуру; умение синтезировать, то есть получать новое знание из известных частей и результатов их анализа.
5	Умение оценивать (результат по сравнению с планами, состояние по сравнению с намерениями / целями), выбирать корректирующие действия. Умение организовывать себя, свою деятельность.

Примеры трактовок уровней шкалы для сферы ИКТ:

1 уровень: Умеет различить виды оборудования, стандартных программ, применять правила информационной безопасности.

2 уровень: Умеет предсказать обычные последствия типичных нарушений эксплуатации ИС, диагностировать неисправность.

3 уровень: Умеет по неполной информации распознать содержание запроса на консультацию по ИС в полном объеме; умеет предсказать все существенные последствия применения имеющейся процедуры.

4 уровень: Умеет разрабатывать алгоритмы, программы, программные комплексы, рабочие процессы, например, создавать новый рабочий процесс методом сочетания известных работ и функций,

реализующих дополнительные требования.

5 уровень: Умеет осуществлять оценку эффективности принятия решений в сфере информатизации.

Другие шкалы для краткости приводятся – за малым исключением – без трактовок, адаптирующих их к сфере ИКТ. Тем не менее, важность этих внешне простых метрик и шкал нельзя недооценивать, поскольку интегральный уровень необходимой компетенции зависит от способностей проявлять умения в определенных условиях выполнения конкретной профессиональной функции.

В процессах тестирования компетенций индивидуума условия выполнения профессиональной деятельности целесообразно имитировать ограничениями, описанными в упомянутых шкалах. Например, тесты могут проводиться в условиях жестких временных ограничений, а условие автономности выполнения работы тестируется накладыванием ограничений на возможность получения справочных материалов из WWW.

Из всех доменов и шкал для них приводятся только три, но по имеющемуся опыту используемые чаще всего.

Таблица 3. Шкала новизны работы.

<i>Уровень новизны работы (рабочей ситуации)</i>	<i>Описание уровня новизны (нестандартности, нетипичности) работы или рабочей ситуации (В скобках приведены комментарии для сферы ИТ.)</i>
1	С точки зрения новизны, работа типичная, хорошо знакомая, стандартная для организации. (Обычно, в первую очередь являются типичными, стандартными регламентные работы.)
2	С точки зрения новизны, работа нетипичная, нестандартная для организации. Однако для рынка (т.е. для некоторых других, возможно, родственных организаций) эта работа не является новой. (Обычно, уровень новизны 2 или выше имеют работы по изменению отдельных компонентов ИТ-системы.)
3	С точки зрения новизны, работа "инновационная", незнакомая для организации. Такая работа и для рынка (т.е. для других организаций) является новой. (Может иметь место при разработке принципиально нового прикладного продукта, впервые выводимого на рынок данной организацией и почти не представленного на локальном рынке.)

В следующей таблице представлена шкала, используемая для определения меры необходимости успешного выполнения работы в срок, ее жизненной важности для функционирования предприятия, напряженности временного графика выполнения работы, цены ошибки невыполнения работы в срочном порядке.

Таблица 4. Шкала срочности выполнения работы.

Уровень срочности выполнения работы	Описание уровня срочности выполнения работы
1 – низкая срочность	Низкая срочность означает, что работа должна быть выполнена (причем с определенными затратами рабочего времени), но ее начало может быть отложено на некоторое небольшое время без существенного ущерба для организации или ее клиентов.
2 – средняя срочность	Средняя срочность означает, что работа должна быть начата и выполнена в ограниченное время, но выполняется без жесткого установления времени завершения.
3 – высокая срочность	Для работ высокой срочности существует жесткая необходимость успешного выполнения работы в короткий строго регламентированный срок, существует жизненная важность такого выполнения для функционирования предприятия, временной график выполнения работы является напряженным, высока цена невыполнения работы в срочном порядке.

В следующей таблице представлена шкала, используемая для определения меры ответственности, связанной с выполнением работы и необходимых для выполнения работы полномочий. Эта компонента компетенции входит в число весьма важных на практике и используется во многих нормативных документах.

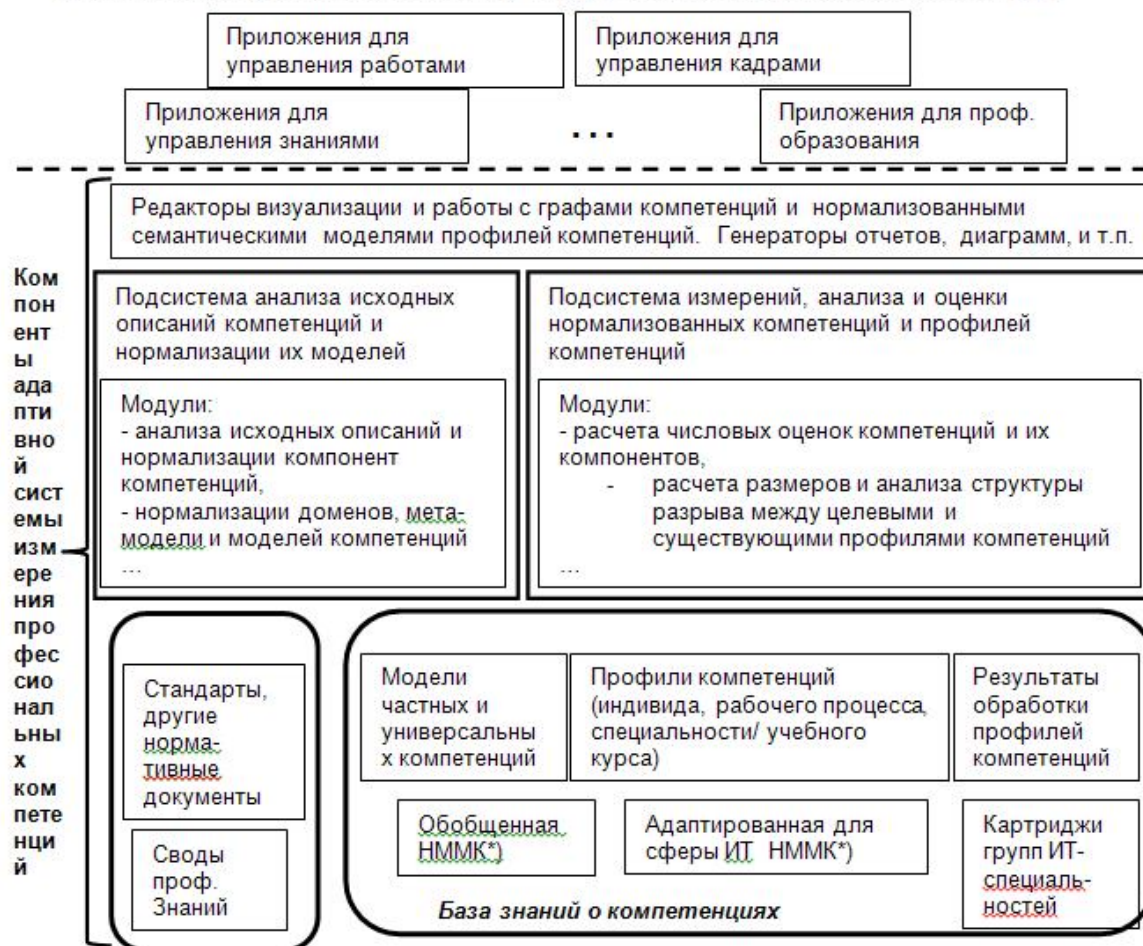
Таблица 5. Шкала ответственности/полномочий, необходимых для выполнения работы

Уровень отв-ти	Словесное описание уровня ответственности/полномочий с примерами
1	Индивидуальная ответственность за выполнение работы, указанной в своем рабочем задании (например, регистрация инцидента при эксплуатации ИТ-системы, обслуживание компьютерной периферии, играющей роль оргтехники)
2	Индивидуальная ответственность, но за решение задачи, то есть за достижение результата в пределах своего рабочего задания.
3	Ответственность и полномочия на действия, оказывающие влияние на бизнес-результаты или даже на возможности продолжать бизнес, но в масштабе, ограниченном группой клиентов или собственных сотрудников.
4	Ответственность в рамках организации и полномочия на действия, оказывающие влияние на бизнес-результаты, связанные с успешным функционированием всех подразделений, относящихся к рассматриваемому бизнес-направлению или на которое влияет выполнение работы; ответственность за достижение целей организации в области ИТ.
5	Ответственность в рамках организации за функционирование

	организации в целом. Полномочия на принятие решения на уровне организации в целом и крупных структур (подразделений, дочерних структур).
--	--

Укрупненная логическая схема адаптивной системы описания и измерения профессиональных компетенций

Приложения, опирающиеся на систему измерения профессиональных компетенций



*) НММК – Нормализованная метамодель компетенций

Рис. 3. Укрупненная логическая структура адаптивной системы описания и измерения профессиональных компетенций и их профилей

На рис. 3 в укрупненном и упрощенном виде представлено устройство адаптивной системы измерения профессиональных компетенций в виде набора ее основных системных компонент.

Нижний слой на рисунке образуют компоненты информационного обеспечения, описанные выше в данной публикации. Выше помещены основные функциональные подсистемы рассматриваемой адаптивной системы измерения профессиональных компетенций. Состав модулей является расширяемым, что указано многоточиями в списках модулей. Верхней, то есть, наиболее близкой к пользователю, из них является

подсистема визуализации компетенций и их связей в профилях. Подразумевается предоставление удобного интерфейса работы с достаточно большими семантически нагруженными графами.

Выше пунктирной линии на рис. 3 приведены примеры прикладных систем, которые могут опираться на систему описания и измерения компетенций и их профилей. Показано, что система описания и измерения компетенций является основой самых разных систем управления компетенциями.

Заключение

Логика усложнения рабочих процессов, скорость изменений предмета деятельности – все эти факторы в наибольшей степени свойственны ИТ. В связи с этим, является весьма насущной и задача измеримого представления и автоматизированной обработки компетенций, их компонентов и профилей.

Безусловно, изложенная выше технология адаптация метамоделей компетенций и применения описанных доменов, используемых как шкалы измерения компонент компетенций, требуют квалифицированного экспертного труда. Но «автоматическое» порождение качественных моделей компетенций в рамках ближайшего будущего вряд ли возможно, а традиционно используемое экспертное оценивание и сравнение компетенций и их профилей уже не дает результат с нужной скоростью, точностью и обоснованностью.

За рамками публикации остались процедуры собственно оценивания, в том числе, получения интегральных оценок для компетенций. Представленное краткое описание не могло включить целый ряд достаточно «тонких» моментов, учитываемых в ходе формирования картриджей групп ИТ-специальностей, в ходе оценивания компетенций высших уровней, и др. Надо также указать на то, что использование специализированных программных инструментов работы с рассматриваемыми моделями становится насущной потребностью. Возможности экспертов эффективно работать вручную с сущностями компетенций ограничены одновременной работой всего лишь с несколькими экземплярами этих сущностей. Из-за этого ручная работа с компетенциями рассматриваемого профиля оказывается ограничивающим фактором.

Представленные в этой публикации модели и технологии работы с компетенциями представляют собой начальные шаги на пути создания систематического и полноценно обеспеченного автоматизацией способа современной работы с компетенциями. Предстоит проводить длительную и кропотливую работу по исследованию и накоплению опыта построения формализованных моделей измеримых компетенций и процедур их обработки, оценки разрывов между требуемыми и существующими компетенциями.

Тем не менее, предложенная в данной публикации структура

адаптивной системы измерения профессиональных компетенций уже подтвердила свою адекватность задачам и работоспособность в рамках пилотных проектов.

Литература

1. Европейская рамка ИКТ-компетенций 2.0. Часть 1: Общая европейская рамка компетенций ИКТ-специалистов для всех секторов индустрии. Группа МКС 13.340.40. № стандарта CWA 16234-1:2010 D/E/F. 2010. 81 стр.
2. ICOPER. Public Version of the Roadmap. Final report. 2011. 83 p. URL: http://www.icoper.org/deliverables/ICOPER_D8.8.pdf (дата обращения: 24.10.2011)
3. T.Schuster, P.Weib. A New Approach to Competence-Based Business Partner Profiles for Collaborative Business Process Management. // 11th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises. St. Etienne, France, October 2010. Proceedings. Springer, NY, 2010 — p. 356-363.
4. ISO/IEC TR 24763:2011. Information technology — Learning, education and training — Conceptual Reference Model for Competency Information and Related Objects. 55 p.
5. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems. ACM, AIS. 2010. 94 p.
6. Зиндер Е.З., Юнатова И.Г. Перспективные архитектуры комплексных образовательных сред // Современные информационные технологии и ИТ-образование. Доиздание сборника избранных трудов V Международной научно-практической конференции: учебно-методическое пособие. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. М.: ИНТУИТ.РУ, 2011. 137 с. С. 25-72.
7. Зиндер Е.З., Юнатова И.Г. Нормализованная метамоделю компетенций, ориентированная на программы дополнительного профессионального образования в сфере ИКТ и смежные объекты // Открытое образование – 2011, №6.
8. Зиндер Е.З., Юнатова И.Г. Метамоделю компетенций – аппарат интеграции программ профессионального образования, требований рабочих процессов и сертификации в сфере ИТ. // Современные информационные технологии и ИТ-образование// Сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции / под ред. В.А. Сухомлина. М.: МГУ, 2011. Т. 1. 787с. (CD-ROM). С. 43-55.
9. Блинов В.И. и др. Национальная рамка квалификаций Российской Федерации. М.: ФГУ «ФИРО», 2010. 7 с.
10. Bloom B.S. (Ed.). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York: Longman. 1984. P. 201.

Зубарева Е.В.,

с.н.с., факультет ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова
andropovamsu@gmail.com

Сухомлин В.А.

д-р т. н., профессор, факультет ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова
sukhomlin@mail.ru

Таксономия направлений диверсификации программ подготовки бакалавров и магистров в области информационных технологий

Введение

Целью настоящей работы является анализ и классификация методов диверсификации основных образовательных программ на основе стандартов куррикулумов организаций АСМ и IEEE для дисциплины компьютеринг (Computing), а также стандартов Инициативы CDIO.

1. Характерные свойства куррикулумов компьютеринга

В работе [1] показано, что процесс международной стандартизации в сфере подготовки профессиональных кадров для области ИТ (ИТ-профессионалов) осуществляется в рамках академического направления, названного дисциплиной Компьютеринг и идет по пути создания и непрерывной актуализации целостной системы стандартов куррикулумов, охватывающей все основные профили подготовки, а также уровни подготовки (двухлетнее обучение в колледжах, бакалаврское и магистерское обучение). При этом под систему куррикулумов подведена единая архитектурная модель и единая методология, определенные в руководстве CC2005 [2].

Основное содержание куррикулумов составляет описание актуальных объемов знаний для обучения соответствующим профилям подготовки, а также описание методик построения учебных программ, совместимых по выделенным из общего объема обязательным знаниям (ядру объема знаний). Как уже отмечалось, вся современная система куррикулумов построена на единой методологической основе. К характерным свойствам куррикулумов следует отнести [1]:

- знание-ориентированность – спецификация структуры и собственно объемов знаний (body of knowledge) по профилям подготовки (до уровня тем/подтем) является основным содержанием любого куррикулума;

- единый способ структурирования и представления объемов знаний в виде трех-четырёх-уровневой иерархической структуры - на верхнем уровне иерархии располагаются предметные области (areas) - самые крупные части объема знаний, которые подразделяются на разделы или модули знаний (units), последние в свою очередь разбиваются на темы

(topics), в некоторых случаях темы делятся на подтемы (subtopics);

- концепция ядра – выделение в объемах знаний минимально необходимого образовательного содержания, реализация которого во всех учебных программах обеспечивает единство образовательного пространства, мобильность учащихся в рамках профиля или всего направления, гарантию качества базовой подготовки;

- четкая спецификация профессиональных характеристик профилей, системы целей обучения, итоговых профессиональных характеристик выпускников;

- наличие рекомендаций методического характера по диверсификации программ подготовки, составлению учебных планов, компоновки курсов из модулей знаний в соответствии с выбранной педагогической стратегией реализации учебной программы, организации профессиональной практики, реализации процессов обучения;

- включение описаний учебных курсов и пакетов курсов для различных педагогических стратегий реализации куррикулов.

В данной работе акцентируется внимание на одном аспекте технологии куррикулов – педагогических решениях (называемых в куррикулах педагогическими стратегиями), используемых для целей диверсификации учебных программ, в частности для поддержки многопрофильности, многотрековости учебных программ, их адаптации в рамках единой методологической платформы к быстро меняющимся потребностям науки и практики в кадрах в области ИТ, одной из самых динамичных областей нынешнего столетия.

2. Таксономия педагогических стратегий куррикулов компьютеринга

Анализ системы куррикулов дисциплины “Computing” (в качестве эквивалента часто будем использовать термин «область ИТ»), позволяет предложить следующую рабочую (не претендующую на полноту) классификацию предлагаемых педагогических стратегий куррикулов компьютеринга (ПСК):

- 1) профилизация на уровне объемов знаний (определение базовых профилей или поддисциплин компьютеринга);
- 2) комплексирование объемов знаний разных профилей;
- 3) конфигурирование модулей объема знаний для построения треков профессиональной подготовки;
- 4) стратегии покрытия ядра и реализации цикла основных курсов на основе образовательных парадигм и учебно-технологических подходов;
- 5) специализация по научно-прикладным направлениям;
- 6) специализация по предметным областям соответствующих объемов знаний;
- 7) комбинированные способы диверсификации учебных программ.

Рассмотрим данные ПСК подробнее.

3. Профилизация на уровне объемов знаний

Данный вид диверсификации учебных программ компьютеринга можно отнести к педагогическим стратегиям высшего уровня, применяемым в случае формирования новых поддисциплин компьютеринга, называемых также в работе [1] базовыми профилями. В данном случае новые ветви подготовки ИТ-кадров формируются посредством разработки новых самостоятельных объемов знаний и соответствующих им куррикулов на методологической платформе СС2005. В современной системе стандартов куррикулов определены следующие базовые профили или поддисциплины компьютеринга:

- вычислительная техника (computer engineering - CE),
- компьютерные науки (computer science - CS),
- информационные системы (information systems - IS),
- программная инженерия (software engineering - SE),
- системы информационных технологий (information technology - IT).

Описание архитектуры системы куррикулов - предмет руководства СС2005, в котором определены состав и основные характеристики базовых профилей, а также различия между ними. При этом используются три способа описания. В первом случае для каждого профиля определяются его назначение и основные виды деятельности, ожидаемые выпускников. Второй способ использует графический метод для характеристики областей деятельности выпускников каждого профиля на основе модели пространства задач в области компьютеринга. Этот метод позволяет сравнивать профили ИТ-профессии на качественном уровне. Для более детального описания профилей (и их различий) применяется сравнительный анализ базовых профилей по тематическому содержанию и глубины профессиональной подготовки с помощью шкалированной табличной формы (сравнение осуществляется по векторам из 40 критических для ИТ-профессионала технологий/тем с использованием метода Блума для оценки уровня знаний).

В случае применения рассматриваемого метода диверсификации, т.е. случая разработки нового профиля компьютеринга, необходима разработка собственного куррикула, содержащего описание целей и ожидаемых результатов подготовки по данному профилю, соответствующий объем знаний в виде иерархической структуры – areas-units-topics-subtopics, описание педагогических аспектов реализации данного куррикула, подробное описание модулей и тем.

4. Комплексование объемов знаний разных профилей

Данный подход рассматривается как один из возможных при реализации куррикула для подготовки бакалавров по программной инженерии - Software Engineering 2004 (SE2004) [3]. Основанием для его применения служит тот факт, что профили SE (программная инженерия) и компьютерные науки или информатика (CS) имеют много общего, особенно на уровне вводных курсов. Поэтому и предлагается комбинированный

подход построения учебных программ подготовки бакалавров по профилю SE на основе вводных курсов куррикулума CCCS2001 [4]. По статистике программы бакалавриата программной инженерии почти в половине случаев реализуются на факультетах компьютерных наук или информатики, поэтому данный подход может оказаться весьма полезным для таких факультетов при реализации обоих профилей одновременно.

В отечественной образовательной практике аналогичное решение было осуществлено командой профессора А.Н. Терехова из СПбГУ [5], реализовавшего куррикулум SE2004 в рамках направления 511900 «Информационные технологии» [6], обязательный объем знаний, которого был идентичен ядру куррикулума CCCS.

Тщательно разработанная и хорошо структурированная модель объемов знаний профилей компьютинга, дает большие возможности для комбинирования модулями знаний при организации многопрофильного обучения.

5. Конфигурирование модулей объема знаний для построения треков профессиональной подготовки

Данный метод нашел свое применение в куррикулуме профиля Информационные системы, а точнее в двух технически эквивалентных руководствах: Information Systems 2010 (IS2010), а также в его эквиваленте, реализованном в виде Wiki-ресурса - IS Curriculum Wiki [7].

О гибкости такого решения говорит тот факт, что на основе одного куррикулума в компактном и наглядном виде удалось описать образовательные треки для подготовки бакалавров информационных систем со специализацией по 17 профессиональным позициям. Его реализация осуществляется следующим образом.

Объем знаний профиля IS строится из двух категорий курсов: - основных курсов или курсов ядра (core courses) и факультативных курсов или курсов по выбору (electives). Первые содержат знания, необходимые для всех треков профессиональной подготовки, а вторые – модули знаний, из которых строятся треки профессиональной подготовки.

Структура знаний включает в себя семь основных курсов: Основы Информационных систем, Управление данными и информацией, Архитектура предприятия, Управление проектами, ИТ-инфраструктуры, Системный анализ и проектирование, Стратегия, управление и приобретение информационных систем.

Указанный в куррикулуме примерный список дополнительных курсов включает следующие курсы: Разработка приложений, Менеджмент бизнес-процессов, Корпоративные системы, Введение в человеко-машинное взаимодействие, Аудит и управление в ИТ, ИС-инновации и новые технологии, ИТ-безопасность, ИТ-безопасность и управление рисками. Факультативные курсы и рассматриваются в качестве основных строительных блоков для построения треков профессиональной подготовки на фундаменте из базовых курсов.

Основным инструментом диверсификации программ служит таблица-конфигуратор, представляющая структуру объема знаний профиля IS. Она иллюстрируется на рис. 1. В таблице строкам соответствуют основные и факультативные курсы, а столбцам - треки специализации. На пересечение строк и столбцов таблицы ставится черный или белый кружок, или клетка ничего не содержит. В случае черного кружка считается, что курс должен читаться в полном объеме, в случае белого – возможно не полное покрытие тем курса. В случае отсутствия в клетке кружка, соответствующий курс не включается в программу данного трека.

Structure of the IS Model Curriculum: Information Systems specific courses

Career Track:	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
Core IS Courses:																		A = Application Developer
Foundations of IS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	B = Business Analyst
Enterprise Architecture	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	C = Business Process Analyst
IS Strategy, Management and Acquisition	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	D = Database Administrator
Data and Information Management	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	E = Database Analyst
Systems Analysis & Design	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	F = e-Business Manager
IT Infrastructure	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	G = ERP Specialist
IT Project Management	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	H = Information Auditing and Compliance Specialist
																		I = IT Architect
																		J = IT Asset Manager
Elective IS Courses:																		K = IT Consultant
Application Development	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	L = IT Operations Manager
Business Process Management		●	●			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	M = IT Security and Risk Manager
Collaborative Computing						○								○			○	N = Network Administrator
Data Mining / Business Intelligence		●		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	O = Project Manager
Enterprise Systems		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	P = User Interface Designer
Human-Computer Interaction	●					○					○						○	Q = Web Content Manager
Information Search and Retrieval		○		○	○								○				○	
IT Audit and Controls	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
IT Security and Risk Management	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Knowledge Management		●		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Social Informatics													○		○			

Key:
 ● = Significant Coverage
 ○ = Some Coverage
 Blank Cell = Not Required

Рис. 1. Модель куррикулума IS – конфигуратор образовательных траекторий

Представленной таблицей описано 17 треков-специализаций профиля IS, включая следующие профессиональные позиции:

- 1) разработчик приложений;
- 2) бизнес-аналитик;
- 3) аналитик бизнес-процессов;
- 4) аналитик технологий управления инфокоммуникациями;
- 5) администратор баз данных;
- 6) аналитик баз данных;
- 7) менеджер е-бизнеса;
- 8) ерр-специалист ([erp specialist](#));
- 9) специалист по информационному аудиту и совместимости данных;

- 10) разработчик информационных технологий;
- 11) менеджер по обработке информационных ресурсов;
- 12) консультант по информационным технологиям;
- 13) менеджер операций по информационным технологиям;
- 14) менеджер по рискам и безопасности информационных технологий;
- 15) сетевой администратор;
- 16) менеджер проекта;
- 17) менеджер веб-контента.

6. Стратегии покрытия ядра и реализации цикла основных курсов на основе образовательных парадигм и учебно-технологических подходов

Рассматриваемые далее ПСК основываются на типовой модели учебной программы, введенной в руководстве CS2001 [8], в которой вводится классификация учебных курсов на вводные (introductory), основные (intermediate), углубленные или специальные (advanced). А сама программа (ее теоретическая часть) строится из блоков или циклов вводных, основных и специальных курсов.

Части учебной программы, в которых реализуются модули ядра объема знаний или модули основных курсов, могут быть построены на основе различных педагогических стратегий, реализующих ту или иную парадигму обучения. Например, в документе CS2001 определены шесть различных стратегий реализации вводных курсов, а также четыре подхода к компоновке основных курсов (Рис.2). Эти стратегии признаны авторитетной международной комиссией признала в качестве "лучших практик".

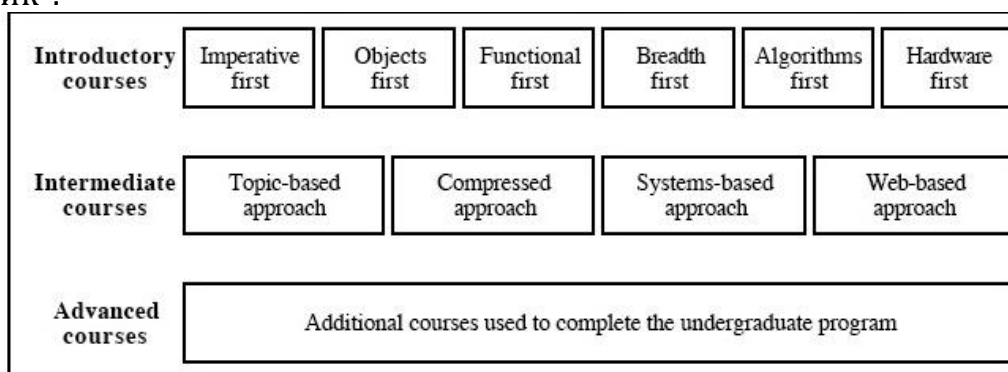


Рис.2 Модель учебной программы

Рассмотрим кратко предлагаемые стратегии реализации вводных курсов:

1. Императивный подход – традиционный подход "с ориентацией на императивное программирование", фокусируется с самого начала на традиционной процедурной модели программирования, а технологии объектно-ориентированного проектирования изучаются после освоения процедурной парадигмы.
2. Объектный подход также фокусируется на программировании, но при этом с самого начала делает акцент на принципах объектно-

ориентированного проектирования и программирования.

3. Функциональный подход – имеет ориентацию на функциональное программирование, реализован впервые в Массачусетском технологическом институте в 1980-х годах, характеризуется использованием на первом курсе простого функционального языка, такого как Scheme.
4. Подход с "обучением вширь" - с первых курсов делается охват как можно большего числа предметных областей.
5. Алгоритмический подход – первоначально знакомит студентов с основными алгоритмическими концепциями и логическими структурами независимо от какого-либо языка программирования (в этом подходе основные концепции информатики представляются с использованием псевдокода вместо реального языка программирования).
6. Аппаратный подход – задает ориентацию на аппаратную часть, первоначально основы информатики изучаются, начиная с машинного уровня и продвигаясь затем к более абстрактным концепциям.

Стратегии реализации основного цикла включают следующие четыре решения:

1. Тематический подход – традиционное разделение по курсам в соответствии с набором предметных областей объема знаний.
2. Сокращенный подход – предполагает объединение отдельных тем (малообъемных) в целостные тематические курсы, позволяя уменьшить количество читаемых курсов, исключить обучение, основанное на "программных артефактах".
3. Системно-ориентированный подход – предполагает разработку учебной программы на основе доминирующей и объединяющей темы – разработка систем.
4. WWW-ориентированный подход – отражает спрос на специалистов в области Интернет-технологий и Web-технологий, использует технологии этих областей в качестве общего базиса для программы обучения в целом.

Комбинация рассмотренных выше педагогических стратегий и способов дает широкие возможности вузам для творческого подхода к построению конкретных учебных программ.

В качестве основного способа диверсификации учебных программ по профилю IT (Information Technology 2008 - IT2008) [9] рассматривается два подхода к подготовке бакалавров, которые условно можно назвать «сначала интеграция» (integration first) и «сначала пилоны» (pillars first), т.е. базовые знания.

Первый подход призван дать студентам как можно раньше интегрированное представление о профессиональной сфере деятельности. В качестве основного инструмента для реализации данного подхода

предлагаются два курса второго года обучения - ИТ-системы и веб-системы.

Второй подход предполагает раннее погружение в области базовых знаний, а интеграционные аспекты вводятся по мере накопления «столбовых» знаний.

7. Специализация по научно-прикладным направлениям

Рассматриваемый метод диверсификации учебных программ предполагает кластеризацию, прежде всего, специальных курсов и, возможно, базовых таким образом, чтобы выстроить акцентированную углубленную подготовку выпускников по выбранному вузом научно-прикладному направлению.

Например, для диверсификации бакалаврских программ профиля SE [10] предлагается осуществлять специализацию выпускников в следующих прикладных областях, характеризующихся спецификой создаваемого для них программного обеспечения:

1. SAS.net Распределенные системы
2. SAS.inf Информационные системы и обработка данных
3. SAS.fin Финансовые системы и системы электронной коммерции
4. SAS.sur Отказоустойчивые и живучие (survivable) системы
5. SAS.sec Хорошо защищенные системы
6. SAS.sfy Системы с повышенными требованиями к безопасности
7. SAS.emb Встроенные системы и системы реального времени
8. SAS.bio Биомедицинские системы
9. SAS.sci Научно-исследовательские системы
10. SAS.tel Телекоммуникационные системы
11. SAS.av Авиационное электронное оборудование и транспортные системы
12. SAS.ind Системы контроля промышленного процесса
13. SAS.mm Мультимедийные, игровые и развлекательные системы
14. SAS.mob Системы для малых и мобильных платформ
15. SAS.ab Системы, основанные на агентах (agent-based systems).

Этот список не является исчерпывающим и может быть расширен.

В куррикулуме для бакалавров по профилю IT, диверсификацию учебных программ предполагается осуществлять введением специальных курсов на четвертом году обучения. А для поддержки такой специализации в данном руководстве предложен список из более чем 60-ти потенциальных спецкурсов, содержание и актуализация которых должны поддерживаться на сайте рабочей группы—разработчика данного куррикулума.

8. Специализация по предметным областям объемов знаний профилей

Аналогично диверсификации учебных программ по научно-прикладным направлениям в ряде куррикулумов предлагает осуществлять более углубленную подготовку выпускников, т.е. по существу специализацию, по одной из выбранных вузом предметных областей объема знаний самого куррикулума.

В частности, для профиля IT список направлений специализации включает следующие предметные области: Основы информационных технологий (Information Technology Fundamentals (ITF)), Взаимодействие человека с компьютером (Human Computer Interaction – HCI), Информационная безопасность и защита данных (Information Assurance and Security - IAS), Управление информацией (включая технологии баз данных) (Information Management (IM)), Интегративное программирование и технологии (Integrative Programming and Technologies – IPT), Математика и статистика для IT (Math and Statistics for IT - MS), Сетевые технологии (Networking – NET), Основы программирования (Programming Fundamentals - PF), Платформенные технологии (Platform Technologies - PT), Администрирование и обслуживание систем (Systems Administration and Maintenance - SA), Архитектура и интеграция систем (System Integration & Architecture - SIA), Социальные и профессиональные вопросы (Social and Professional Issues – SP), Веб-технологии и системы (Web Systems and Technologies - WS).

Диверсификация магистерских программ профиля SE (руководство GSwE2009 - Graduate Software Engineering 2009) [11] описанным способом включает следующие направления специализации, соответствующие следующим предметным областям соответствующего объема знаний (взятых в основном из SWEBOOK): A. Ethics and Professional Conduct, B. System Engineering, C. Requirements Engineering, D. Software Design, E. Software Construction, F. Testing, G. Software Maintenance, H. Configuration Management (CM), I. Software Engineering Management, J. Software Engineering Process, K. Software Quality.

В руководстве CS2008 [12] поддерживается принцип многообразия учебных программ, в том числе акцентируется внимание на целесообразности использования подхода к диверсификации программ на основе их ориентации по выбранному научно-прикладному направлению.

9. Концепция интегрированных образовательных программ инициативы CDIO

Инициатива CDIO (аббревиатура от Conceive – Design – Implement – Operate, или Задумка – Проект – Реализация – Эксплуатация) – крупный международный проект по реформированию инженерного образования, получивший название «Всемирная инициатива CDIO» [13]. Он нацелен на подготовку инженеров, способных продемонстрировать: глубокие практические знания технических основ профессии; мастерство в создании и эксплуатации новых продуктов и систем; понимание важности и стратегического значения научно-технического развития общества.

Методологической основой данной инициативы является система из 12 стандартов CDIO [14, 15], одним из основополагающих принципов которой служит разработка и реализация интегрированного учебного плана. Этот принцип пронизывает всю систему стандартов CDIO, но основное его описание приведено в следующих стандартах:

Стандарт 1, утверждающий основной принцип и общий контекст инженерной подхода CDIO, согласно которому образовательный процесс рассматривается в контексте модели жизненного цикла продуктов и систем – Задумка, Проектирование, Реализация и Управление.

Стандарт 3 - Интегрированный учебный план, составляемый из взаимодополняющих учебных дисциплин и позволяющий интегрировать на протяжении всего образовательного цикла обучение личностным, межличностным компетенциям, а также реализации процессор жизненного цикла продуктов и систем.

Стандарт 4 - Введение в инжиниринг (вводный курс и практические занятия, закладывающие основы инженерии по созданию продуктов и систем, а также основы личностных и межличностных компетенций).

Стандарт 7 - Интегрированные учебные задания (Интегрированные учебные и практические задания для осваивания, как дисциплинарных знаний, так и личностных-межличностных компетенций и компетенций в проектировании и создании новых продуктов и систем).

Стандарт 8 - Активное обучение (использование методов активного обучения, оценка их эффективности, повышение мотивации учащихся).

Стандарт 10 - Повышение преподавательских способностей членов профессорско-преподавательского состава (мероприятия, направленные на повышение компетентности преподавателей в проведении интегрированных практических занятий, в применении методов активного обучения в ходе занятий и в оценке успеваемости студентов).

Сам подход CDIO, акцентирующий внимание на интеграцию элементов образовательных программ, оптимальным образом сочетающих их компоненты на основе тесной взаимосвязи теории и практики для достижения планируемых целей обучения, предоставляет широкое поле для творчества при разработке образовательных программ. Однако для классификации методов диверсификации образовательных программ в рамках концепции CDIO еще предстоит пройти определенный этап накопления опыта в реализации данного подхода.

10. Смешанный подход

Анализ рассмотренных выше подходов к стандартизации образования в области ИТ и инженерного образования показывает, что они в значительной степени дополняют друг друга. В основе подхода куррикулумов лежит тщательное проектирование соответствующих сводов знаний, и разработка педагогик, ориентированных на их систематическое изучение и освоение. Такой подход получил название дисциплино-ориентированного (discipline-led). Его можно назвать традиционным. Он хорошо отработан и эффективен при обучении базовым знаниям. Методологической платформой данного подхода служит таксономия Блума или ее модификации [16].

Стандарты же CDIO предполагают изначальное погружение учебного процесса в контекст реальной инженерной деятельности, интеграцию

элементов научной и практической подготовки. Они декларируют в качестве целей подготовку выпускников к инновационной деятельности, изобретательству, лидерству и предпринимательству; привносят в учебный процесс новые решения – интегрированные учебные программы и командную работу преподавательских коллективов; предлагают методические решения по оценке качества учебных программ и обучения. Подход CDIO хорошо соответствует проблемно-ориентированному (problem-led), проектно-ориентированному (project-led) и другим активным подходами к обучению, также он сочетается с таксономией Фейзела-Шмитца (Feisel-Schmitz) [17]. Последняя по сравнению с таксономией Блума более адекватна для прикладных областей при обучении решению конкретных задач, предусматривая возможность извлечения только необходимых для конечной цели знаний.

В связи с вышесказанным при разработке конкретных учебных программ весьма перспективным представляется использование смешанной стратегией, использующей достоинства обоих рассмотренных выше подходов. Такой комбинированный подход назовем интегрированным куррикулумом. Модель архитектуры образовательной программы для интегрированного куррикулума представлен на рис. 3.



Рис.3. Архитектура образовательной программы для интегрированного куррикулума

11. Заключение

В данной работе была предпринята попытка систематизации методов диверсификации учебных программ, разрабатываемых на основе стандартов куррикулумов организаций АСМ и IEEE для дисциплины

компьютинг (Computing), а также стандартов Инициативы CDIO. Как было показано выше, в рассмотренных международных стандартах заложен обширный спектр педагогических решений. К сожалению, остается констатировать, что ограниченность конструкции ФГОС третьего поколения делает весьма затруднительным использование столь мощного методологического задела, накопленного международной образовательной системой в области ИТ.

Литература

1. Сухомлин В.А. Анализ международных образовательных стандартов в области информационных технологий.
2. Computing Curricula 2005 (CC2005). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
3. Computer Engineering 2004 (CE2004). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
4. Computing Curricula 2001. Computer Science Volume. Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE. <http://www.acm.org/education/cc2001/final>.
5. Терехов А.А., Терехов А. Н. Применение рекомендаций Computing Curricula: Software Engineering к российским образовательным стандартам // Четвертая открытая всероссийская конференция “Преподавание ИТ в России”, 2006. (Режим доступа: <http://www.it-education.ru/2006/reports/Terekhov.htm>).
6. Сухомлин В.А. ИТ-образование. Концепция, образовательные стандарты, процесс стандартизации. М.: “Горячая линия - Телеком”, 2005, 176 с.
7. Information Systems 2010 (IS2010). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE. (IS Curriculum Wiki http://blogsandwikis.bentley.edu/iscurriculum/index.php/Main_Page).
8. Санкт-Петербургский государственный университет. Рекомендации по преподаванию информатики в университетах. С.-Петербург, 2002
9. Information Technology 2008 (IT2008). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
10. Software Engineering 2004 (SE2004). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
11. Graduate Software Engineering 2009 (GSWE2009). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
12. Computer Science 2008 (CS2008). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
13. Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., and Brodeur, D. R., Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach, Springer-Verlag, New York, 2007.
14. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 17 с.
15. Edward F. Crawley, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA; Johan Malmqvist, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden; William A. Lucas, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA; Doris R. Brodeur, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA. The CDIO Syllabus v2.0. An Updated Statement of Goals for Engineering Education. - http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf.
16. Bloom, B. S. (Ed.), Taxonomy of educational objectives: The classification of

educational goals: Handbook I, cognitive domain, Longmans, 1956.

17. Johan Malmqvist, Mmaria Knutson Wedel, Mikael Enelund, Constructive alignment (CA) for degree projects – intended learning outcomes, teaching & assessment. Chalmers University of technology Gothenburg, Sweden - [http://www.cdio2011.dtu.dk/upload/administrationen%20-%20101/aus/cdio/conference_media/papers/7_paper.pdf /](http://www.cdio2011.dtu.dk/upload/administrationen%20-%20101/aus/cdio/conference_media/papers/7_paper.pdf/)

Иртегов Д.В.,

Новосибирский государственный университет (НГУ), доцент, зав.лаб.
dmitry.irtegov@gmail.com

Чурина Т.Г.

Новосибирский государственный университет,
Институт систем информатики СО РАН, доцент
tanch@iis.nsk.su

Мониторинг подготовки одаренных студентов и выпускников вузов, прошедших обучение в рамках специальных учебных групп

Аннотация

Тема доклада — рассмотрение опыта проведения мониторинга подготовки и карьерного роста одаренных студентов и выпускников вузов, прошедших обучение в рамках специальных учебных групп по направлению профессиональной подготовки по циклу в сфере информационных технологий, в ведущих вузах Сибири и Дальнего Востока.

Одной из целей проекта «Подготовка и переподготовка профильных специалистов на базе центров образования и разработок в сфере информационных технологий» в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах (СФО и ДФО), проводимого в соответствии с государственным контрактом №07.P20.11.3003 от 07.09.2011 года, заключенным между Министерством образования и науки Российской Федерации и Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», [1] было проведение мониторинга подготовки и карьерного роста одаренных студентов и выпускников вузов, прошедших обучение в рамках специальных учебных групп.

Большое значение имеет дополнительное профессиональное образование, получаемое студентами во время обучения в вузе, что и было реализовано в течение всего срока исполнения государственного контракта при обучении одарённых студентов в специальных учебных группах. Однако любое обучение должно сопровождаться мониторингом, позволяющим оценить его эффективность и приближенность к современному уровню развитию информационных технологий. В проведении мониторинга подготовки выпускников вузов принимали участие вузы: Алтайский государственный университет им. И.И. Ползунова; Дальневосточный федеральный университет; Кемеровский государственный университет; Сибирский федеральный университет;

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет; Новосибирский государственный технический университет; Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского; Национальный исследовательский Томский государственный университет; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.

В режиме видеоконференции представителями вузов проведён анализ методических рекомендаций, предоставленных Заказчиком [1] по оценке подготовки студентов вузов в области информатики и программирования в СФО и ДФО и создана экспертная комиссия.

Критерии оценки уровня подготовки студентов

В соответствии с рекомендациями Заказчика, экспертная оценка уровня подготовки студентов в области информатики и программирования может проводиться по одной из следующих форм:

- Экспертная оценка уровня подготовки студента по результатам подготовленных им учебно-исследовательских работ: курсовых работ и проектов, инициативных научно-исследовательских работ, работ по научным грантам и т.д.
- Экспертная оценка уровня подготовки студента по результатам выступления на конференциях и симпозиумах;
- Экспертная оценка уровня подготовки по результатам тестовых испытаний;
- Экспертная оценка достижения студентов, показанных на олимпиадах по информатике и программированию разного уровня.

Экспертная комиссия сделала несколько замечаний. А именно, курсовые работы и проекты входят в учебные планы не всех вузов и не всех направлений подготовки, поэтому выбор этого критерия в качестве основного приведет к неравномерной выборке по вузам и факультетам. Кроме того, требования, предъявляемые к курсовым работам, в разных вузах различаются.

Второе замечание состоит в том, что оценка уровня подготовки студента по выступлениям на конференциях и симпозиумах также может привести к неравномерной выборке, поскольку студенты, как правило, выступают на конференциях и симпозиумах на старших курсах, по темам, связанным с темами квалификационных работ. Поэтому выбор такого критерия отбора в качестве основного приведет к сильному смещению выборки в сторону студентов старших курсов.

Третье замечание касается оценки уровня подготовки студента по выступлениям на олимпиадах по программированию. Этот критерий аналогично может привести к перекосам в выборке. Известно, что многие одаренные студенты по различным причинам, таким, как отсутствие времени или «неспортивный» склад характера, не участвуют в олимпиадах или участвуют, но показывают невысокие результаты.

Отбор по результатам тестовых испытаний лишен недостатков всех перечисленных выше критериев отбора. Это связано с тем, что тестовые испытания проводятся по единым правилам, что позволяет сравнивать результаты студентов разных курсов и разных вузов, имеют больший охват, чем олимпиады вузовского уровня и в них могут участвовать студенты всех курсов. Последнее достигается тем, что составляется такой набор тестов, который не требует знаний и навыков, приобретенных на старших курсах, например, вычислительные методы или криптографию. Таким образом возможно, в определенной степени, «выровнять поле» и обеспечить разумную степень равенства шансов для младше- и старшекурсников.

Разумеется, тестовые испытания не обеспечивают полной и всесторонней оценки знаний и навыков, но в рамках данной работы при учете других критериев и учете рекомендаций педагогов, это способ, который позволит отобрать действительно заслуженных студентов.

Методика автоматизированных тестовых испытаний

С целью проведения отбора студентов для мониторинга подготовки и карьерного роста была разработана методика автоматизированных тестовых испытаний и проведены сами испытания.

Основными целями проведения тестирования были апробация учебно-методического и программного обеспечения для реализации мониторинга подготовки и карьерного роста одаренных студентов и выпускников вузов; повышение качества подготовки специалиста в области информационных технологий, развитие знаний и умений студентов вузов по ключевым направлениям профессиональной деятельности, выявление интереса к профессиональной деятельности.

Тестирование проводилось в один этап с использованием автоматизированной системы NSUts [2, 3, 4]. Студенты, показавшие лучшие результаты при тестировании, и лучшие результаты в интернет-испытаниях, проводимых Заказчиком, были отобраны для дальнейшего мониторинга.

Тестирование может производиться как очно, так и дистанционно. При дистанционном тестировании участники могут работать на рабочих местах в собственном вузе или по территориальной близости собираться в одном вузе. Для проведения тестирования вузом-организатором (НГУ) была создана рабочая группа, которая:

- установила регламент проведения тестирования;
- обеспечила непосредственное проведение тестирования;
- сформировала состав технического комитета. В состав технического комитета были приглашены специалисты других вузов и предприятий, имеющие опыт проведения международных и всероссийских олимпиад и соревнований по программированию.
- сформировала состав методической комиссии из специалистов, имеющих опыт проведения международных и всероссийских

олимпиад и соревнований по программированию.

- принимала решения в случае возникновения непредвиденных ситуаций.

Методическая комиссия тестирования:

- разработала комплект задач для тестирования;
- для каждой задачи был подготовлен комплект тестов для проверки правильности работы программ участников;
- отвечала на вопросы участников по условию задач во время тура;
- по окончании тестирования по запросу участников выдала разъяснения к задачам.

Технический комитет тестирования обеспечил:

- работу компьютеров и серверов;
- функционирование сайта тестирования <http://olimpic.nsu.ru>, системы регистрации и оповещений;
- регистрацию участников;
- работу тестирующей системы.

Тестирование проходило в несколько дней. Тестирующая система NSUts работает круглосуточно. Для тестирования должно быть предложено от шести до двенадцати задач. Настолько, насколько это возможно, задачи не должны опираться на знание конкретных предметных областей и языков программирования.

Во время тестирования участники решали предложенные задачи. Решением задачи является исходный текст программы, составленной на одном из допустимых языков программирования. Программа не должна содержать вспомогательных модулей или файлов. Разные задачи можно решать на разных языках программирования.

Проверка решений производилась во время тестирования. С помощью разработанного техническим комитетом интерфейса команды посылали свои решения на проверку. Тестирующая система компилировала программы, используя, указанные в регламенте компиляторы командной строки, и автоматически проверяла их на заданном наборе тестов.

Решения участников проверялись на заранее подготовленном методической комиссией наборе тестов. За каждый успешно пройденный тест, участник получал определенное количество баллов. Максимальное количество баллов, которое могло быть получено за одну задачу - 100. После окончания тестирования, сумма всех баллов за все решенные задачи суммировалась. Полученная сумма и есть результат теста.

Время тестирования решения, а также доступная память на каждом тесте ограничены. Решения, превысившие установленное ограничение, считаются неэффективными для данной задачи. В этом случае тест считается не пройденным, а решение, как следствие, неверным. Ограничения на время работы и объём памяти для программы на одном тесте указываются в формулировках задач.

Решение должно выдавать одинаковые ответы на одинаковые тесты, независимо от времени запуска и программного окружения. При проверке задачи может быть проведено неограниченное количество повторных тестирований программы участника и быть выбран наихудший результат по каждому из тестов.

За нарушение правил тестирования или нарушение хода тестирования другим способом (например, неподобающее поведение; посылка чужих решений от своего имени; попытка взлома тестирующей системы) участник может быть дисквалифицирован.

Участники тестирования могли представлять решения на одном из языков программирования, указанных в описании системы NSUts.

Решение проверялось на закрытом от участников наборе тестов, одинаковом для всех тестирующихся. Решения участников не должны:

- использовать сетевые средства;
- использовать ассемблерные вставки;
- использовать любой ввод/вывод кроме открытия, закрытия, чтения и записи файлов и стандартных потоков, указанных в условии задачи;
- умышленно атаковать систему тестирования;
- исполнять другие программы и создавать новые процессы;
- изменять права доступа к файлам и каталогам;
- работать с подкаталогами;
- создавать элементы оконного интерфейса и оперировать с ними;
- работать с внешними устройствами;
- совершать другие действия, которые могут помешать ходу тестирования.

Система проведения тестирования и технический комитет могут использовать любые средства для обнаружения нарушений правил тестирования. На практике, применяется автоматический анализ исходного кода на предмет наличия ассемблерных вставок, запуск программ в изолирующей среде [5] и выборочный просмотр исходного кода. В случае обнаружения нарушений технический комитет предоставляет необходимую информацию экспертной комиссии, который выносит на обсуждение вопрос о дисквалификации участника-нарушителя.

Проверка решений происходила автоматически, поэтому программа должна строго следовать форматам входного и выходного файлов, описанным в условии задачи. Если в условии задачи явно не оговорено обратное, можно считать, что входные данные корректны и соответствуют ограничениям, заданным в условии задачи.

По окончании проверки решения тестирующей системой участнику предоставлялся результат. В нем указывалось, сколько тестов решение успешно прошло, и количество полученных баллов.

Первые несколько тестов должны соответствовать примерам из условия задачи. Остальные тесты чаще всего отсортированы таким

образом, чтобы простые тесты шли раньше сложных, однако соблюдение этого принципа не гарантировано.

Методическая комиссия провела анализ заданий студенческих олимпиад различного уровня, тестовых заданий по информатике, применяющихся в разных вузах, учебных планов и программ вузов региона, федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения и государственных образовательных стандартов второго поколения высшего профессионального образования. В результате была определена тематика и сложность задач, соответствующая как образовательному стандарту, так и уровню подготовки участников в вузах. Проведение телеконференций способствовало подготовке заданий в режиме удаленного взаимодействия. При подготовке заданий специалисты методических комиссий руководствовались следующими учебно-методическими рекомендациями:

10. При разработке задач тестирования следует придерживаться принципа, что задачи должны быть разнообразными по тематике и не требовать знаний, которые не соответствуют программам вузов.

11. Комплект задач должен содержать как задачи, доступные многим участникам тестирования, так и задачи, позволяющие проявить себя наиболее сильным участникам. В этой связи количество задач должно быть не менее 8.

12. Текст каждой задачи должен содержать описание задачи, максимальное время работы программы на отдельном тесте, размер доступной программе памяти в процессе ее исполнения, форматы входных и выходных данных и примеры входных и выходных данных.

13. Комплект тестов для каждой задачи должен разрабатываться таким образом, чтобы жюри могло в максимальной степени оценить все возможные типы алгоритмов, которые могут быть использованы в решениях участников, и выявлять некорректные, неэффективные и частичные решения. Рекомендуется в комплект тестов включать следующие группы тестов:

- простые тесты;
- общие тесты (достаточно случайные тесты, разные по размеру: от простых тестов до сложных);
- тесты, проверяющие наличие эвристик в алгоритмах;
- тесты максимальной размерности (тесты с использованием максимальных значений входных переменных, позволяющие оценить эффективность предложенных алгоритмов или их работоспособность при максимальной размерности задачи).

В результате работы методической комиссии были составлены задачи различной сложности и тематики, тесты, программы, проверяющие решения участников, в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Всего участникам предложено 8 задач различной степени

сложности.

В системе NSUts для участия в тестировании зарегистрировались 597 студентов, бакалавров и магистрантов из вузов Сибири и Дальнего Востока В таблицах 1 и 2 приводится статистика по количеству решенных задач и по оценке их сложности. Процент участников, не решивших задачу, определяет ее фактическую сложность.

Табл. 1. Статистика по количеству решенных задач

Количество задач	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Количество участников, решивших данное количество задач (100 баллов)	24	7	4	8	19	24	52	85	141
Количество участников, решивших данное количество задач (положительное число баллов)	35	17	29	33	42	51	71	74	12

Табл. 2. Фактическая сложность задач

Номер задачи	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество участников, решивших эту задачу (100 баллов)	152	53	72	52	171	89	34	43
Количество и процент участников, не решивших задачу	284 65,1	88 62,4	140 66	95 64,6	25 59,4	99 52,7	47 58	147 77,4
Участники, набравшие ненулевое число баллов	270	80	135	89	247	99	45	128

Во время проведения тестирования на проверку в автоматическую систему тестирования было сделано 8299 посылок. Попытки сдать хотя бы одну задачу предпринимали 365 участников, при этом 353 из них получили более 0 баллов.

По результатам тестирования с использованием автоматизированной системы NSUts для дальнейшего мониторинга было отобрано 94 студента из спецгрупп вузов Сибирского и дальневосточного округов. Все эти студенты набрали не менее 400 баллов.

Заключение

С целью апробации учебно-методического и программного обеспечения для реализации мониторинга подготовки студентов, а также с целью отбора студентов для мониторинга было проведено тестирование знаний и навыков программирования в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах.

Для проведения тестирования был разработан регламент тестирования, сформированы экспертная комиссия, методическая комиссия и технический комитет, в которые вошли специалисты, имеющие опыт преподавания и работы в студенческих и школьных, международных

и всероссийских олимпиадах, в соревнованиях по программированию. Были подготовлены площадки, компьютерные классы, программное обеспечение, компьютеры для работы технического и методического комитетов и серверная инфраструктура. Методической комиссией был разработан комплект задач разной тематики и сложности.

Исходя из анализа результатов тестирования, статистики по решению и сложности задач, а также бесперебойной работы технического и программного обеспечения во время проведения тестирования можно сделать вывод, что апробация учебно-методического и программного обеспечения для мониторинга подготовки студентов в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах прошла успешно.

Литература

1. Номер открытого конкурса: 04.02-003-п-Ф-50 [Электронный ресурс]. URL: zakupki.gov.ru/pgz/documentdownload?documentId=35980492.

2. Автоматизированная система тестирования NSUts [Электронный ресурс]. URL: http://olympic.nsu.ru/nsuts-test/nsuts_new_login.cgi.

3. Е.Н. Боженкова, Т.В. Нестеренко, Т.Г. Чурина Применение автоматизированной системы тестирования NSUts в учебном процессе// Труды Ершовской конференция "Перспективы систем информатики", Секция «Информатика образования». 2011, стр. 23-25.

4. Чурина Т.Г, Иртегов Д.В. Требования к автоматической системе тестирования знаний// Труды VI Международной конференция «Интеллектуальные технологии в образовании, экономике и управлении», декабрь 2009, Воронеж.

5. Киров А.В. Изолирующая среда для запуска тестовых прикладных программ // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Студент и современные информационные технологии». – Томск: Томский политехн. ун-т. 2009. – С. 285–286.

Ишакова Е.Н.,

Оренбургский государственный университет,
доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной
техники и автоматизированных систем»

en_ischa@mail.ru

Медведева М.В.

Оренбургский государственный университет,
ассистент кафедры «Программное обеспечение вычислительной
техники и автоматизированных систем»

mv_medved_7@mail.ru

Управление рисками подготовки будущих программных инженеров на основе методологии IDEF0

Аннотация

В статье предложена функциональная модель управления рисками подготовки будущих программных инженеров на основе методологии IDEF0.

Актуальность

Современный этап реформирования ИТ-образования предполагает возможную вероятность наступления негативных последствий для конкретного педагога, образовательного учреждения, программной индустрии и государства в целом, то есть вызывает соответствующие риски.

Анализ теории и практики в области управления образовательными рисками выявил противоречия в методологических подходах, а также отсутствие прикладной привязки к системе подготовки будущих программных инженеров. Поэтому целью нашего исследования стала разработка функциональной модели управления рисками подготовки будущих программных инженеров.

Риск как научная категория.

В классической рискологии риск определяют как:

- неопределенную ситуацию, в которой одно или несколько последствий нежелательны (У. Бек) [3];
- деятельность человека или отказ от нее в ситуации выбора, неопределенности (которые присущи любой сфере жизнедеятельности), требующая от него оценки собственных действий, выработки необходимых социальных качеств, а также учет и регулирование воздействия социальных факторов, при которых сохраняется вероятность негативного влияния на жизнедеятельность людей, последствия которых могут негативно отразиться на жизни и здоровье человека (М.Е. Маслоу) [5];
- возможность возникновения потерь, вытекающая из специфики тех

или иных явлений природы и видов человеческой деятельности; вероятность принятия неверных или непринятия нужных управленческих решений; вероятность получения незапланированных результатов при осуществлении той или иной деятельности (И.Т. Балабанов) [2];

- неопределенное событие или условие, наступление которого отрицательно или положительно сказывается на целях проекта, характеризующееся причиной или источником, симптомом риска, последствиями риска и влиянием риска (С. Архипенков).

В нашем исследовании образовательный риск, согласно И.Г. Абрамовой, будем рассматривать как:

- закономерное отражение одного из современных направлений, связанных с резким увеличением доли вероятностных представлений в научном знании, признанием стихийности, случайности, неопределенности важнейшими факторами развития личности, общества;

- деятельностный ответ на актуальную потребность в разрешении противоречий при неясном (альтернативном) развитии противоположных тенденций в конкретных социально-педагогических условиях;

- многоаспектный феномен, характеризующий инновационную педагогическую деятельность, в которой объективно существуют цели, содержащие в себе обоснованный, т.е. общественно полезный риск [1].

Виды рисков

Метод экспертных оценок позволил нам выявить следующие виды рисков подготовки будущих программных инженеров (таблица 1).

Табл. 1. Риски подготовки будущих программных инженеров

<i>Риск подготовки будущих программных инженеров</i>	<i>Вес</i>	<i>Оценка воздействия риска</i>
1	2	3
Риски высшего учебного заведения		
Риск недостатка квалифицированных педагогических кадров	5	катастрофический
Риск недостаточного информационного обеспечения научно-образовательного процесса	4	критический
Риск несовершенства материально-технической базы	4	критический
Риск несоответствия учебно-методического обеспечения современным требованиям	3	умеренный
1	2	3
Риски будущего программного инженера		
Риск недостаточной теоретической базы бакалавра и (или) магистра в области программной инженерии	4	критический
Риск несформированности мотивационно-ценностных функций бакалавра и (или) магистра в области программной инженерии	3	умеренный

Риск недостаточного практического опыта бакалавра и (или) магистра в области программной инженерии	4	критический
Риски программной индустрии		
Риск отказа ИТ-предприятий в прохождении практической подготовки бакалавров и (или) магистров в области программной инженерии	4	критический
Риск несоответствия профессиональных ИТ-стандартов современным требованиям	3	умеренный
Риск отказа ИТ-предприятий в финансировании подготовки конкретных бакалавров и (или) магистров в области программной инженерии	2	незначительный
Риск отказа предприятий участвовать в научно-образовательном процессе ВУЗа	4	критический
Риски государства		
Риск недостатка бюджетного финансирования	4	критический
Риск несоответствия государственных образовательных стандартов в области программной инженерии современным требованиям	4	критический
Риск недостаточной государственной поддержки научных исследований, выполняемых в ВУЗах	4	критический

Процесс управления рисками

Процесс управления рисками включает в себя пять основных стадий:

- планирование управления рисками;
- идентификация рисков;
- анализ рисков;
- реагирование на риски;
- мониторинг и контроль рисков.

Ключевым аспектом управления рисками является обеспечение «прозрачности» объекта управления (системы профессиональной подготовки будущих программных инженеров) посредством его точного, достаточного, лаконичного, удобного для восприятия и анализа описания.

Для таких сложных систем, как профессиональная подготовка будущих программных инженеров, практически невозможно получить одно единственное описание, отвечающее на все вопросы с точки зрения управления, пригодное для достижения всех ключевых целей. Система как совокупность взаимосвязанных компонентов может быть описана в виде целого ряда самостоятельных, законченных «проекций», количество которых определяется целями управления.

Общепризнанно, что базой для целей общего управления является представление объекта в виде сети процессов, определяющих его миссию. Действительно, представление системы профессиональной подготовки в ВУЗе в виде процессов определяет все остальные ее «проекции». Прежде всего, ВУЗы должны определить свои системы и входящие в них процессы

для того, чтобы можно было четко понимать, управлять и улучшать эти системы и процессы.

Описание объекта управления начинается с описания процессов, определяющих миссию, и продолжается до достижения необходимой степени «прозрачности», достаточной для корректного анализа и выработки эффективных управленческих решений.

Методология IDEF0

Методология IDEF0 позволяет легко представлять одновременно различные системные характеристики, такие как: управление, обратная связь и исполнитель.

Популярность методологии функционального моделирования IDEF0 обусловлена простотой нотации. Исходя из смыслового значения сторон блока, процесс в общем виде можно определить как деятельность (последовательность работ), которая преобразует Входы в Выходы по правилам и требованиям, уставленным Управлением, с помощью определенных Механизмов (ресурсов).

В пользу применения методологии IDEF0 для описания процессов говорит тот факт, что данная методология является стандартом для функционального моделирования в ряде стран, включая США [7] и Россию [6]. Этот факт позволяет использовать методологию IDEF0 в качестве единого языка для обмена информацией между ВУЗаами, программной индустрией и государством.

CASE-средства моделирования управления рисками

Возможность визуального описания процессов в методологии IDEF0 предоставляют CASE-средства. Применение CASE-средств на стадии описания процессов позволяет не только повысить эффективность управления рисками, но также использовать эти модели на стадии управления процессами, интегрируя их в корпоративную информационную систему ВУЗа.

CASE-средства возможно применять не только для целей автоматизации управления рисками, но и для широкого круга задач анализа деятельности ВУЗа. Действительно, наличие у ВУЗа модели деятельности «как есть» позволит построить модель «как должно быть», а в дальнейшем провести ее реструктуризацию с меньшими трудностями и рисками.

Процесс моделирования управления рисками подготовки будущих программных инженеров в IDEF0 начинается с создания диаграммы наиболее абстрактного уровня описания системы в целом (рисунок 1).

В дальнейшем единственная функция «Управление рисками подготовки будущих программных инженеров» раскладывается на основные подфункции посредством создания дочерних диаграмм. Диаграмма дерева узлов показывает иерархию работ в модели и позволяет рассмотреть всю модель целиком (рисунок 2).

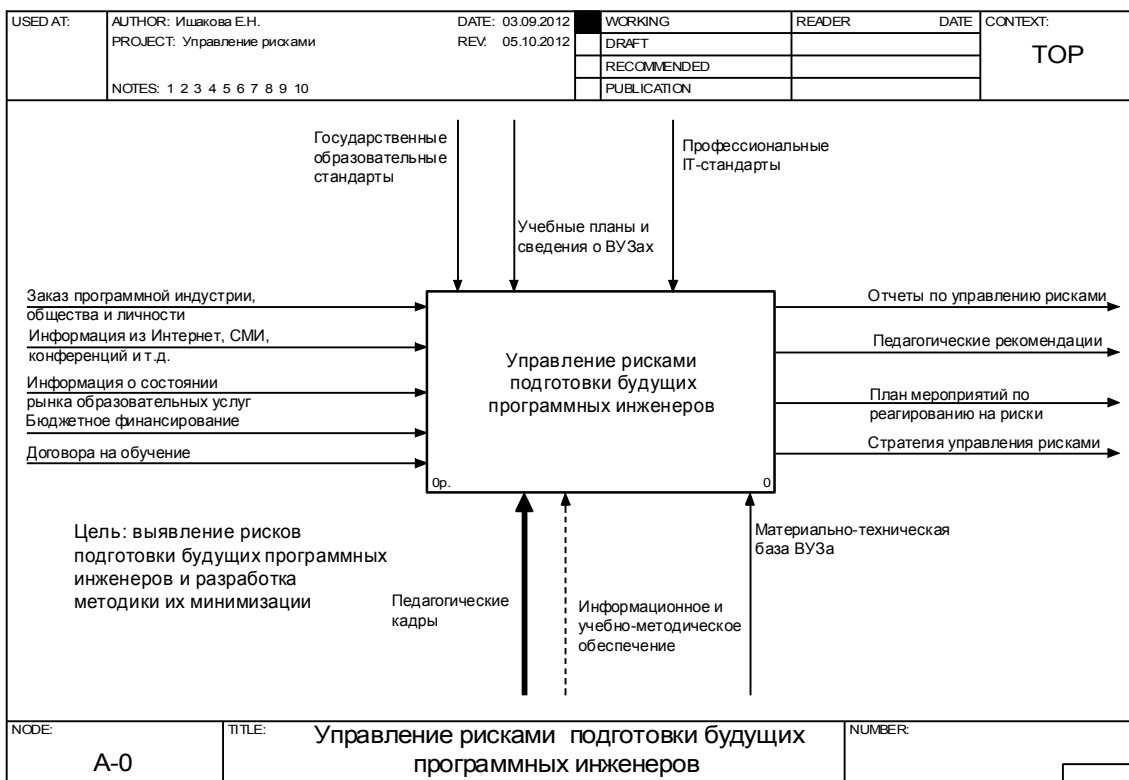


Рис. 1. Контекстная диаграмма в BPWin

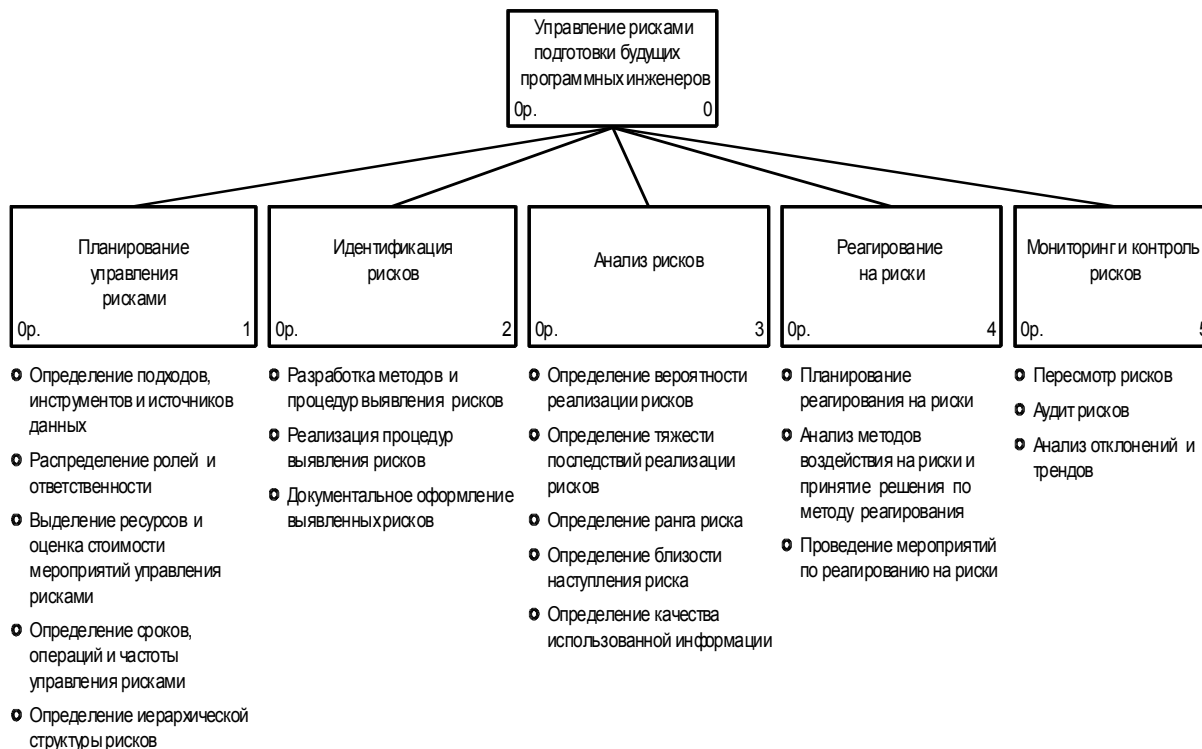


Рис. 2. Диаграмма дерева узлов в BPWin

Заключение

Моделирование управления рисками позволяет проанализировать не только деятельность ВУЗа в целом, но и как он взаимодействует с ИТ-индустрией, государством и обществом, а также как организована деятельность каждого конкретного субъекта образовательного процесса. Наглядность графического языка IDEF0 делает модель читаемой и для лиц, которые не принимали участия в проекте ее создания. Результатом моделирования является экспертное заключение, в котором выносятся рекомендации по устранению проблем в управлении рисками.

Литература

1. Абрамова И. Г. Теория педагогического риска: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. СПб., 1996. 36 с.
2. Балабанов И. Т. Риск-менеджмент. М.: Финансы и статистика, 1996. 192 с.
3. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 384 с.
4. Давид Марка, Клемент МакГоуэн. Методология структурного анализа и проектирования. Пер. с англ. М., 1993. 240 с.
5. Маслова М. Е. Философский и социологический анализ понятия «Социальный риск» // Вестник СевКавГТУ. 2001. Вып.6. С. 36-39.
6. Методология функционального моделирования IDEF0: Руководящий документ. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 75 с.
7. INTEGRATION DEFINITION FOR FUNCTION MODELING (IDEF0). Draft Federal Information Processing Standards Publication 183, 1993 December 21.

Каминский С.Е.,

TRTL, руководитель направления
kam@trtl-ln.com

Лукьянец О.Ф.

к. т. н., МГТУ им. Н.Э. Баумана, доцент кафедры Технологии
машиностроения
oleg.fedorovich@mail.ru

Самый действенный способ научиться чему-либо самому – попробовать научить этому ... компьютер

Аннотация

Рассматривается технология обучения автоматизации решения прикладных задач. Предлагается наглядный и простой способ формализации знаний в виде таблиц традиционной формы и таблиц принятия решений. Описывается несложный алгоритм поиска решений и его реализация в среде IBM Lotus Notes/Domino в виде приложения «Решатель инженерных задач». Изложение иллюстрируется примером из области технологии машиностроения.

Что продуктивней: просто учиться или учиться и учить

Традиционное обучение строится по схеме: изучение теории, закрепление теории в процессе решения учебных задач, сдача зачетов или экзаменов для демонстрации владения теорией.

Предлагаемая технология обучения автоматизации решения прикладных задач предполагает непосредственное применение полученных прикладных знаний и закрепление их на практике в ходе автоматизации реальных задач по изучаемой дисциплине. Причем предлагается автоматизировать задачи принятия решений, требующие оценки влияния различных дополнительных условий.

Реальная автоматизация в отличие от типовых заданий требует более глубоких знаний и свободного владения предметом. Подготовка материалов для автоматизированного решения не терпит условностей и неоднозначностей, иначе просто ничего не будет работать. Соответственно учащимся надо приложить значительные усилия для разрешения вопросов, которые при традиционном выполнении домашних, курсовых и дипломных работ можно было пропустить, не разбираясь в сути проблемы.

Разработка автоматизированной системы сродни процессу обучения старательного, но бестолкового учащегося. Единственными достоинствами которого, являются хорошая память и умение точно исполнять указания. Как свидетельствует практика, глубокое понимание предмета приходит часто не в процессе обучения, а при попытке научить изученному

материалу другого.

Почему многие задачи трудно автоматизировать

На практике реализация многих задач не рентабельна из-за необходимости формализации больших объемов недостаточно качественной информации, требующей очень больших трудозатрат для снятия неопределенностей и устранения неточностей. Получение качественного решения, применимого на практике, может оказаться труднодостижимой целью.

Для учебного процесса вопрос о рентабельности не стоит. И чем больше придется разбираться с существом вопроса, тем лучше. А снятие неопределенностей и устранение неточностей может стать серьезным поводом для выполнения научной работы.

Как удобно и привычно представлять знания

В самых разных прикладных и научных дисциплинах широко используется табличное представление для описания взаимосвязей объектов предметной области. Таблицы – простая и естественная форма описания правил «ЕСЛИ, (условие) ТО (решение)». Текстовые описания, содержащие условия и правила, так же могут быть представлены в виде таблиц, если должным образом преобразовать и разделить информацию.

Таблицы могут быть, как традиционной формы: два входа и один выход; или таблицами принятия решений, в которых сопоставляются несколько входных условий нескольким выходным решениям. Такие таблицы (в отличие от традиционных) могут описывать более сложные связи входных и выходных параметров.

У табличного представления логики принятия решений имеется очень важное свойство. Таблица естественным образом предполагает полноту информации и, если какие-то ячейки таблицы не удастся заполнить, появляется повод найти обоснование такой ситуации. Конечно, перевод текстовых описаний в табличную форму далеко не всегда является простой задачей, но тем ценнее это для целей обучения.

Во всех прикладных дисциплинах существует устоявшаяся терминология, а современные средства программной реализации могут легко работать с текстом без необходимости дополнительного символьного кодирования. Это открывает широкие возможности использования ограниченного естественного языка при описании логических условий.

В связи с этим, одной из важных задач подготовки к автоматизации является разработка учащимися терминологического словаря, включая подробное толкование терминов и выявление их иерархической подчиненности.

Ниже приведены примеры табличного представления знаний строительной и медицинской тематики. На рис. 1а представлен фрагмент незначительно модифицированной таблицы из строительных норм и правил. На рис. 1б таблица получена из текста инструкции по применению медицинского препарата. Текст инструкции представлял собой описание,

подразумевающее использование правил «ЕСЛИ, (условие) ТО (решение)», что и нашло свое отражение в таблице в более формальном виде.

Внутренняя поверхность ограждающих конструкций	Вид ограждающей конструкции
	Многослойная; Однослойная
Гладкий потолок; Пол; Стена; Потолок с выступающими рёбрами, при отношении высоты h рёбер к расстоянию между гранями рёбер меньше или равно 0,3	8,7
Потолок с выступающими рёбрами, при отношении высоты h рёбер к расстоянию между гранями рёбер больше 0,3	7,6
Зенитный фонарь	9,9

а)

Характер контакта	Данные о животном		
	Больное бешенством; Невозможно 10-ти дневное наблюдение за животным /убито, погибло, убежало, исчезло и пр./	В течение 10 суток наблюдения за животным оно остается здоровым	Лабораторно доказано отсутствие бешенства у животного
Нет ослюнений кожных покровов; Нет ослюнений слизистых; Нет повреждений кожных покровов	Не назначается	Не назначается	Не назначается
Поверхностные укусы туловища, верхних и нижних конечностей /кроме головы, лица, шеи, кисти, пальцев рук и ног/; Ослюнение неповрежденных кожных покровов; Ссадины; Царапины	Три инъекции антирабической вакцины по 1.0 мл в 0, 3, 7 день	Прекратить лечение после 3-ей инъекции	Прекратить лечение с момента установления отсутствия бешенства
Любые укусы головы, лица, шеи, кисти, пальцев рук и ног, гениталий	Три инъекции антирабической вакцины по 1.0 мл в 0, 3, 7 день	Прекратить лечение после 3-ей инъекции	Прекратить лечение с момента установления отсутствия бешенства

б)

Рис. 1. Табличное представление знаний для различных предметных областей: а) определение коэффициента теплопроводности; б) выбор схемы лечения при лечебно-профилактической иммунизации

Что нужно, чтобы формализованные фрагменты задачи управляли поиском решения

Сама по себе формализация знаний в виде табличного представления с использованием терминологического словаря только часть работы, которую должны проделать учащиеся на пути реальной автоматизации прикладных задач. Для каждой таблицы, как фрагмента решения, должны быть определены условия применимости, которые будут управлять выбором той или иной таблицы.

Поскольку условия применения легко описываются правилами «ЕСЛИ, (условие) ТО (решение)» они так же могут быть представлены в виде таблиц (таблиц применимости).

Таблицу применимости в совокупности с таблицей формализующей решение условимся называть информационным блоком. Это понятие хорошо отражает назначение полученного документа: во-первых, это не элементарное решение, а законченный фрагмент описания решаемой задачи; во-вторых, это самодостаточный фрагмент описания знаний, несущий в себе всю необходимую информацию для выбора строго определенного места в последовательности информационных блоков, приводящих к результату.

Блок: HW01

Входные параметры

Наименование параметра	Значение	Имя
1. Вид обработки	Точение продольное	
2. Стадия обработки	Получистовая; Чистовая; Отделочная	
3. Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	(0 ; 320]	

Выходные параметры

Наименование параметра	Значение	Имя
1. Глубина резания, мм		

Таблица решений

Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	Стадия обработки		
	Получистовая	Чистовая	Отделочная
(0;18]	0.90	0.50	0.20
(18;30]	1.00	0.60	0.20
(30;50]	1.30	0.70	0.30
(50;80]	1.50	0.80	0.30
(80;120]	1.70	0.90	0.30
(120;180]	2.00	1.00	0.40
(180;250]	2.20	1.10	0.40
(250;320]	2.40	1.20	0.50

Рис. 2. Пример информационного блока формализующего знания для решения задач в области технологии машиностроения

Имея набор информационных блоков можно по формальным правилам подобрать их таким образом, чтобы на множестве исходных данных определить значения заданного набора выходных параметров.

Машина вывода (решатель) повторяет в цикле следующие действия: выяснение имеется ли информационный блок для очередного определяемого параметра, что необходимо для определения значения выходного параметра, что недостает для выполнения информационного блока. Если данных достаточно, определение удовлетворяют ли известные данные ограничивающим условиям и условиям применимости блока. Если все условия соблюдены, предпринимается попытка «выполнить» блок и дополнить имеющуюся информацию найденными значениями. Затем процесс поиска информационных блоков с учетом вновь появившихся промежуточных параметров повторяется до тех пор, пока не будет найдено значение выходного параметра или за очередной цикл поиска решений не появится новых промежуточных параметров, или не изменятся значения каких-либо параметров (промежуточных или выходных).

Покажем применение рассматриваемой методики для задач технологического проектирования в машиностроении [1, 2].

Поиск решений предполагает существование на каждом шаге однозначного решения и выполняется по простым формальным правилам. Формализация знаний с помощью правил является основной для большинства задач технологического проектирования. Она построена на использовании выражений вида: ЕСЛИ (условие), ТО (решение).

Сопоставление частей правил “ЕСЛИ” с накопленными в системе данными, порождает цепочку выводов. Цепочка выводов, образованная

последовательным применением правил показывает, как система использует правила для нахождения решения задачи. Правила обеспечивают естественный способ описания процессов управления ходом решения задачи.

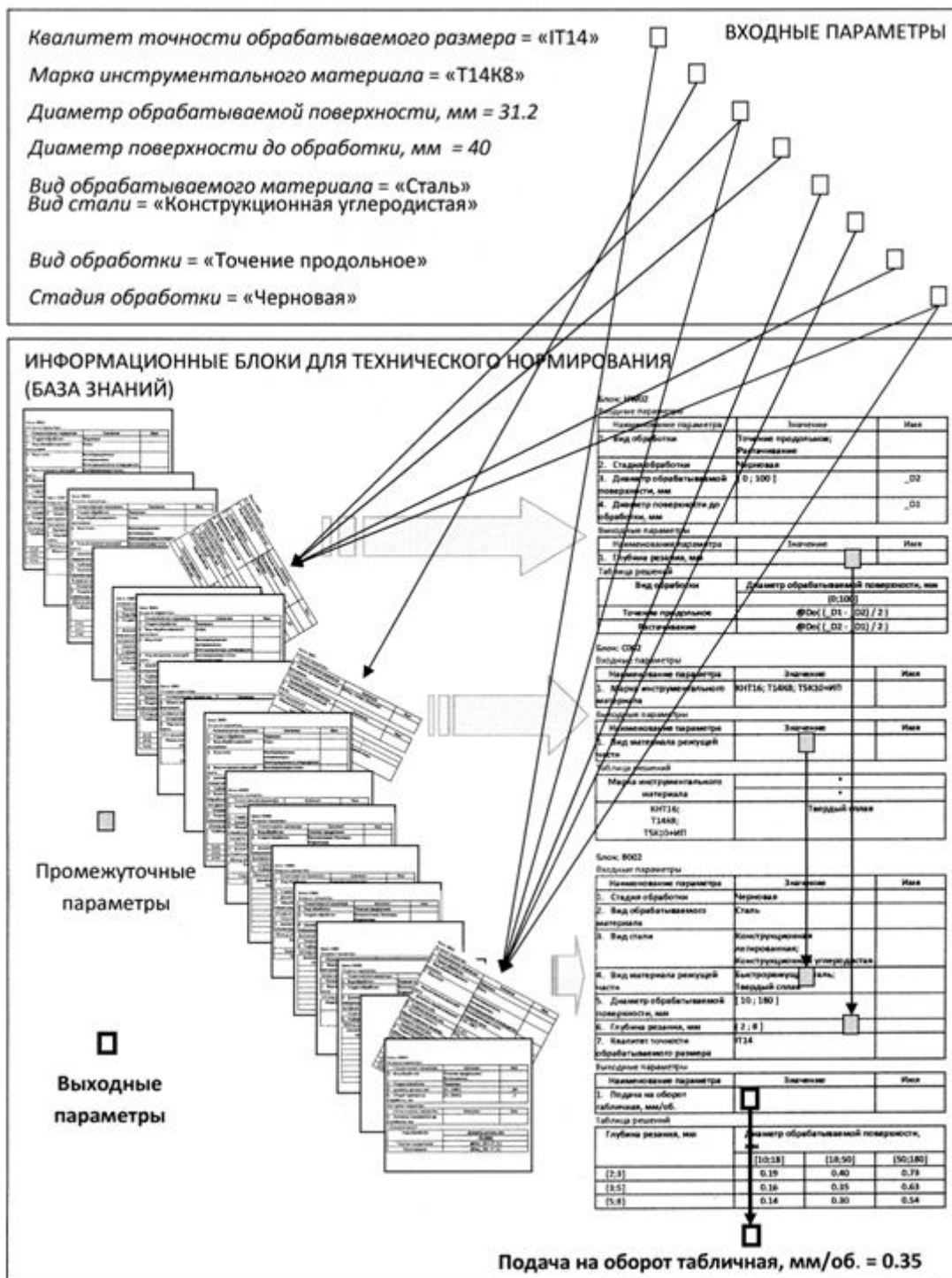


Рис. 3. Иллюстрация логического механизма поиска на множестве информационных блоков

Отметим, что в программах традиционного типа схема передачи управления и использования данных предопределена в самой программе:

обработка данных здесь осуществляется последовательными шагами, а ветвление алгоритма имеет место только в заранее выбранных точках. При решении реальных задач технологического проектирования ветвление алгоритма скорее норма, чем исключение и, в связи с этим, традиционный способ разработки программ малоэффективен. Поэтому в автоматизированной системе, предназначенной для решения задач такого рода, *ход решения задачи должен управляться самими данными*. Правила дают возможность на каждом шаге поиска решения оценивать данные и предпринимать соответствующие действия. Использование правил упрощает объяснение того, что и как сделала программа и каким способом она пришла к конкретному результату при решении задачи. В нашем случае однотипные правила группируются в информационные блоки и используются машиной вывода в контексте информационных блоков (Рис. 3).

Чтобы описание задачи в системе автоматизированного поиска решений было доступно прикладному специалисту, оно должно быть выражено в явном виде. Для этого в качестве наименований параметров используются непосредственно сами наименования терминов, принятые в предметной области. Важность этой особенности системы, основанной на знаниях, трудно переоценить. Формализованные знания приобретают такую же ценность, как и любая справочно-техническая литература, и могут распространяться посредством книг и лекций.

Использование естественного языка и терминологии предметной области, дает в руки квалифицированных специалистов инструмент создания автоматизированных систем без посредников в лице программистов (инженеров по знаниям)

На чем это реализовано

Вышеописанная методика положена в основу прикладного приложения «Решатель инженерных задач» обеспечивающего полный цикл создания автоматизированных процедур поиска решений, включая средства подготовки терминологического словаря, информационных блоков и поисковых запросов, а так же инструменты тестирования и отладки для процесса разработки [3].

Платформой реализации является среда IBM Lotus Notes/Domino. Выбор данной программной платформы не случаен. IBM Lotus Notes Domino-классическая среда разработки распределенных систем документооборота. Приложения IBM Lotus Notes/Domino содержат в своем составе всё необходимое для реализации средств формализации знаний предметной области и процедур поиска решений, в том числе позволяют создавать простые пользовательские интерфейсы

Приложения IBM Lotus Notes/Domino легко тиражируются и масштабируются. Это обеспечивает быстроту создания, наполнения, развертывания автономных приложений, а также построения на их основе комплексных приложений клиент-серверной архитектуры.

IBM Lotus Notes/Domino имеет все необходимые средства для организации обмена данными с внешними системами, что позволяет легко встраивать приложение «Решатель инженерных задач» в системы - потребители данных.

Кроме того, поскольку пользователи (прикладные специалисты) зачастую имеют дело с документами - платформа IBM Lotus Notes/Domino, ориентированная на работу с документами, является весьма удобной для реализации поставленных задач.

Отметим, что одновременно среда автоматизации накладывает определенные правила и ограничения на запись информации в электронных документах. Но в то же время, открывает широкие возможности для размещения в документах самой различной информации, включая изображения, видео и звук. Последнее является решающим фактором для возможности применения средств «Решателя инженерных задач» в таких областях, как медицина и гуманитарные науки.

Как это применяется в учебном процессе

Для целей обучения методике формализации предметных знаний весь процесс от постановки задачи до работающего фрагмента приложения разделен на 11 шагов (последовательных этапов). На каждом шаге решается одна, самостоятельная, задача формализации применительно к задачам технологии машиностроения. Однако, сам подход универсален и применим к другим предметным областям после незначительной адаптации к предметной специфике.

Шаг_1. Постановка задачи. Четкое формулирование целей и задач работы. Краткое описание метода решения. Ожидаемые результаты и способы контроля их достоверности. Исследовательская часть работы может включать раздел сравнения данных из разных источников с целью выявления наиболее достоверных данных и определения оценочных характеристик качества нормативов.

Шаг_2. Подготовка терминологического словаря. Ознакомление с отраслевыми стандартами и международными классификаторами. Ознакомление с имеющейся версией словаря. Подробное раскрытие смысла одного-двух, используемых терминов (уточнение смысла уже имеющихся в словаре понятий). Всегда можно найти, что уточнить или иллюстрировать подходящим примером или дополнительной схемой, чертежом, картинкой.

Шаг_3 Обобщенное логическое описание задачи (аналог блок-схемы, но без излишней детализации). Описание поиска решений по пунктам. Каждый пункт должен одной фразой характеризовать конкретную вычислительную или логическую процедуру, или поиск в одной таблице. Если фрагмент решения можно описать одной короткой фразой, то данный фрагмент информации может быть легко формализован средствами Решателя инженерных задач.

Шаг_4. Разделение задачи на отдельные фрагменты в виде таблиц традиционной форме (ТТФ) и таблиц принятия решений (ТПР). Подготовка

информационных блоков. Разделение больших таблиц на простые двухходовые таблицы. Описание в виде таблиц принятия решений логики текстовых описаний.

Шаг_5. Реализация сложных расчетных фрагментов задачи. Разработка расчетных процедур. Учащимся может потребоваться использовать на практике свои знания, полученные при изучении дисциплин, связанных с программированием.

Шаг_6. Уточнение условий применимости фрагментов задачи. Перечисление условий, которые определяют однозначный выбор каждого информационного блока на подмножестве параметров конкретной задачи.

Шаг_7. Разработка тестов. Анализ комплекта, разработанных информационных блоков и определение граничных условий их применения. Определение наборов входных и выходных данных для тестирования. Одним из возможных способов анализа связей информационных блоков, является построение вручную схемы взаимосвязей и поиск решений по этой схеме.

Шаг_8. Разработка внешних интерфейсов пользовательского ввода данных. Разработка макетов интерфейсов ввода данных. Особое внимание необходимо уделить контролю ввода. Здесь учащимся снова придется обратиться к знаниям, полученным при изучении других специальных дисциплин.

Шаг_9. Разработка интерфейсов для обмена данными с внешними системами. Составление перечня входных и выходных параметров, необходимых для обращения к Решателю инженерных задач.

Шаг_10. Ввод формализованных данных в базу знаний. Ввод полного набора информационных блоков для своей задачи, используя инструментальные средства Решателя. Возможно, что при формировании электронных документов будут выявлены ошибки и неточности, допущенные при выполнении предыдущих этапов, и потребуется вернуться назад и что-то исправить или переделать.

Шаг_11. Отладка и тестирование работоспособности автоматизированной системы. Составление поискового запроса, демонстрирующего работоспособность и правильность автоматического построения цепочек выводов для, разработанного комплекта информационных блоков.

Таким образом, в ходе рассмотренных выше шагов формализации знаний предметной области, выполняется полный цикл разработки прикладного приложения, автоматизирующего реальную задачу проектирования.

Данная методика используется в МГТУ им. Н.Э.Баумана на кафедре «Технология машиностроения» при изучении курса «Автоматизация проектирования технологических комплексов».

На теоретических занятиях студенты под руководством преподавателя выполняют поэтапную формализацию задачи и учатся

представлять полученные предметные знания в виде терминологического словаря и информационных блоков. Затем на практических занятиях выполняется отладка информационных блоков на рабочих станциях с установленной оболочкой экспертной системы.

Реальный результат – лучшая оценка

Подготовка информационных блоков в рамках учебного процесса естественным образом активизирует знания, полученные в ходе обучения по профильным и, что не менее важно, по смежным дисциплинам. Решение проблем, возникающих в процессе подготовки информационных блоков, требует творческого подхода и способствует развитию инженерного мышления и технического кругозора.

Критерием оценки проделанной работы является степень готовности и работоспособности реальной системы, что является весьма объективным показателем усвоения учащимися теоретических знаний и готовности к самостоятельной работе.

Навыки формализации решения инженерных задач, полученные при подготовке информационных блоков в составе автоматизированных процедур, пригодятся выпускникам в будущем не только при решении задач автоматизации, но и в условия проектирования без применения средств вычислительной техники.

Литература

1. Каминский С.Е., Лукьянец О.Ф., Жумаев С.А. Решатель инженерных задач. - Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» - ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10-11 апреля 2012 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С. 185-188.

2. S. Kaminsky, O.Lukjanets. Engeneering of tabular description of machinebulding design process. Moscow: EAST - WEST International Conference INTERNATIONAL TECHNOLOGY IN DESIGN EWITD'94, proceedings, 1994. Т. 1.

3. Решатель инженерных задач: URL.<http://trtl-ln.ru> (дата обращения 04.09.2012)

Козел О.Н.,

Алтайская государственная педагогическая академия,
Россия, г. Барнаул
olga@uni-altai.ru

Каракозов С.Д.,

ksd@uni-altai.ru

Рыжова Н.И.

Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов
Россия, г. Санкт-Петербург
nata-rizhova@mail.ru

Информационно-вычислительная компетентность выпускника вуза (на примере учителя информатики)

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы, связанные с формированием у будущего учителя информатики профессиональной готовности к осуществлению информационно-вычислительной деятельности и ее характеристикой как начального уровня его профессиональной информационно-вычислительной компетентности.

В период глобальной информатизации современного общества, когда информационные технологии интенсивно развиваются и пронизывают все сферы жизнедеятельности человека, когда на первый план развития науки информатики выступает ее онтологический аспект, можно считать своевременным новое понимание термина «информационные технологии».

Опираясь на работы Ю.И. Журавлева [1], А.Л. Семенова [5], А.А. Самарского [9], М.П. Лапчика [2] и др. в контексте современного онтологического развития информатики, термин «информационные технологии» можно описывать как определенного рода «вычисления» не столько над числовыми объектами, сколько над информационными объектами произвольной природы. При этом само понятие «вычисление» обычно трактуется как «логически непротиворечивые преобразования информационных объектов».

В этой связи возникает необходимость:

- новой трактовки понятия «информационно-вычислительная компетентность» с учетом расширенного понимания «информационных технологий» и указанного выше понятия «вычисление»;
- поиска нового подхода (или концепции) формирования данного вида компетентности специалиста, который позволит развить существующее содержание его обучения информационно-вычислительной

деятельности, определить структуру и способы ее формирования.

С указанных позиций проведем анализ подготовки современного учителя информатики. Исходя из сказанного и учитывая существующие научно-методические работы по внедрению в образовательную практику компетентного подхода [11, 8] и работы по формированию профессиональной готовности [7], будем трактовать *информационно-вычислительную компетентность учителя информатики* в современных условиях как интегративное личностное качество, сущностью которого является готовность учителя информатики использовать приобретённые в процессе обучения:

1) знания и умения в области вычислительной математики и информатики (мы выделяем традиционный числовой аспект, чтобы подчеркнуть историческую преемственность данного понятия);

2) опыт решения и обучения решению вычислительных задач по работе с информационными объектами на компьютере¹, возникающие в предметной области педагога в рамках его профессиональной деятельности;

3) сознание социальной значимости этого вида профессиональной деятельности учителя информатики и его личную ответственность за ее результаты;

4) потребность в постоянном самосовершенствовании в указанном виде профессиональной деятельности.

При этом перечисленные компоненты составляют целостную совокупность технологических, аксиологических и личностно-творческих компонентов [4], наполняющих модель профессионально-педагогической культуры учителя.

Опираясь на сформулированное нами определение и учитывая должностные обязанности единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих [3], с учетом ФГОС-З, перечислим *типовые задачи* информационно-вычислительной деятельности (в широком смысле) учителя информатики (в том числе, и профессиональные технологические и педагогические задачи учителя), умение решать которые позволит сформировать у будущего учителя информатики профессиональную готовность к решению информационно-вычислительных задач и к профессиональной деятельности по обучению информационно-вычислительной деятельности школьников.

Перечислим основные типы задач:

- задачи, решаемые на ПК с помощью методов вычислительной математики, предусматривающие выбор оптимального метода и

¹ В англоязычной терминологии Computing (компьютинг) - целенаправленная деятельность, основанная на использовании компьютерного оборудования и программного обеспечения. Под компьютерингом, как учебной дисциплиной, обычно понимается систематическое изучение алгоритмических процессов, описывающих и преобразующих информацию разного вида.

- среды реализации;
- задачи по преобразованию текстовых информационных объектов с применением соответствующего программного обеспечения;
 - задачи по преобразованию графических информационных объектов с применением соответствующего программного обеспечения;
 - задачи по преобразованию звуковых информационных объектов с применением соответствующего программного обеспечения;
 - задачи по преобразованию анимационных информационных объектов с применением соответствующего программного обеспечения;
 - задачи по преобразованию мультимедийных информационных объектов с применением соответствующего программного обеспечения;
 - задачи по построению системы задач, направленной на формирование информационно-вычислительной компетентности учащихся;
 - задачи по разработке системы оценивания информационно-вычислительной компетентности учащихся.

Учитывая вышеизложенное, а также содержание ГОС ВПО и ФГОС ВПО, приведем наш взгляд на структуру и формирование профессиональной информационно-вычислительной компетентности учителя информатики (рис. 1).

Заметим, что предложенная схема² представления структуры и формирования профессиональной готовности, ее соотношение с профессиональной компетентностью и культурой учителя отражает суть концепции этапов становления профессионализма специалиста, предложенную А.К. Марковой [7].

Как видно из рисунка, *теоретико-технологическая составляющая методики* формирования профессиональной информационно-вычислительной компетентности будущего учителя информатики представлена дисциплинами циклов математической и естественнонаучной, а так же профессиональной подготовки (базовая и вариативная части). Эти дисциплины были выделены нами в соответствии с ФГОС ВПО 2009 г. (2010 г.) по направлению подготовки бакалавриата 050100.62 «Педагогическое образование». Указанная составляющая реализуется в процессе всего обучения в вузе как последовательно, так и параллельно, создавая единую структуру, необходимую для успешного выполнения профессиональной деятельности, основанной на реализации информационно-вычислительной компетентности. Помимо этого вариативная часть профессионального цикла дополнена модулем

² Схема также используется в диссертационных исследованиях А.А. Ляш (Мурманский государственный гуманитарный университет) и П.В. Медяновой (Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций).

«Информационно-вычислительная компетентность как составляющая профессиональной компетентности учителя информатики», выступающим в роли средства формирования специальной информационно-вычислительной компетентности будущих учителей информатики.

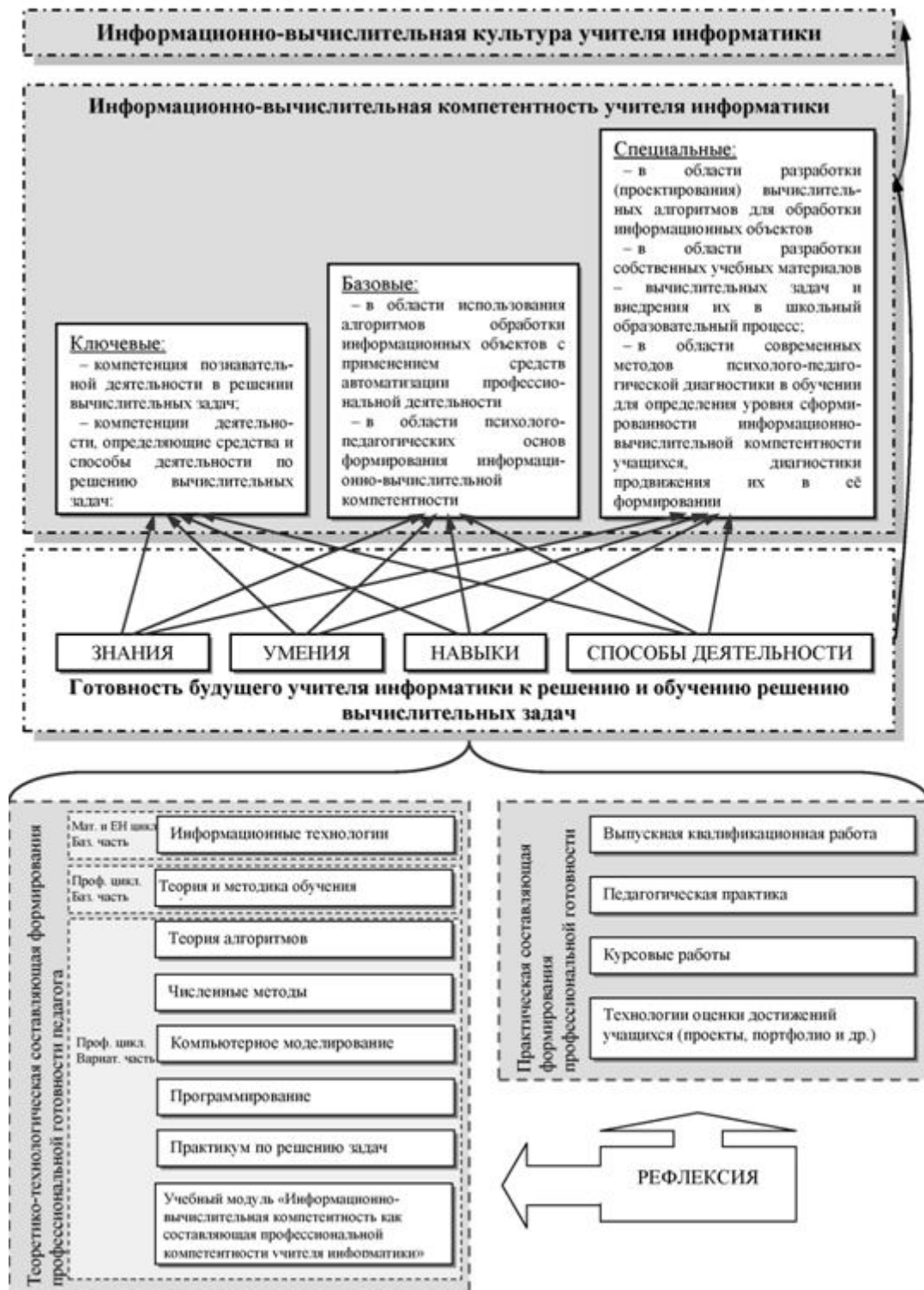


Рис. 1. Структура и формирование профессиональной информационно-вычислительной компетентности учителя

Что касается *практической составляющей методики* формирования, то она реализуется достаточно традиционно, прежде всего, через систему непрерывной оценки достижений обучаемых (проекты, портфолио и т.п.), работу со школьниками во время педагогической практики, курсовые и итоговую выпускную квалификационную работы.

В заключение отметим, что в основу методики положена *концепция поэтапного формирования* ключевых, базовых и специальных компетентностей будущего учителя информатики посредством решения целесообразно подобранных задач, соответствующих типовым задачам информационно-вычислительной деятельности учителя информатики.

В свою очередь, предлагаемая нами концепция базируется на:

1) принципах деятельностного (контекстного) обучения (по А.А.Вербицкому [6]);

2) обучении решению учебных профессионально-педагогических задач разного уровня сложности в соответствии с моделью деятельности учителя информатики [8];

3) использовании метода целесообразно-подобранных задач при обучении решению информационно-вычислительных задач учителя информатики, адаптированного для обучения информатике Н.И.Рыжовой [10].

Литература

1. Журавлев Ю.И. Фундаментально-математический и общекультурный аспекты школьной информатики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inf.1september.ru/articlef.php?ID=200700205>. 25.08.2011.

2. Лапчик М.П. Информатическая математика или математическая информатика? // Информатика и образование. 2008. № 7.

3. Новый Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих: справочное пособие. М.: Эксмо, 2008. 416 с.

4. Слостенин В.А. и др. Педагогика: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Слостенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; Под ред. В.А. Слостенина. М.: Издательский центр «Академия», 2002. 576 с.

5. Семенов А.Л. Математическая информатика в школе. // Информатика и образование. 1995. № 5. С. 54–58

6. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. М.: Высшая школа, 1991. 353 с.

7. Маркова А.К. Психология профессионализма. М., 1996. 308 с.

8. Компетентностный подход в педагогическом образовании: коллективная монография / Под ред. В.А. Козырева и Н. Ф. Радионовой. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2004. 392 с.

9. Самарский Проблемы использования вычислительной техники и развитие информатики // Вестн. АН СССР. 1985. № 8. С. 57–69.

10. Рыжова Н.И. Развитие методической системы фундаментальной подготовки будущих учителей информатики в предметной области: Автореф. ... дис. д-ра пед. н. – СПб., 2000.

11. Байденко В.И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: методическое пособие. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. 72 с.

Коржик И.А.,

Центр электронных образовательных технологий, директор
ikorzhik@gmail.com

Протасова И.В.,

химический факультет, доцент
protasova@chem.vsu.ru

Толстобров А.П.

Воронежский государственный университет,
начальник управления И и КТ
tap@main.vsu.ru

Тестовая система Moodle и качество тестовых заданий

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы обеспечения качества тестовых заданий с помощью LMS Moodle, приведен пример практического использования встроенных средств статистического анализа результатов тестирования с целью получения характеристик, которые позволяют количественно оценить способность конкретных задач, тестов служить в качестве средства для определения уровня подготовки по предмету. Также рассмотрены некоторые возможности по улучшению качества тестов на основании этих характеристик.

Learning Management System («система управления обучением», также часто употребляют «система управления курсами») Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) известна в мире с 2003 г.

С 2006 г. в России появился официальный партнер Moodle, и началось активное использование и создание новых модулей и плагинов.

Массовый выбор учебными заведениями системы LMS Moodle основан на следующих ее характеристиках:

- стоимость – Moodle является свободно распространяемым программным обеспечением;
- функциональные возможности – система обладает очень широкими функциональными возможностями, которые, вследствие ее модульной архитектуры, могут быть дополнены любым функционалом, причем, не обязательно силами разработчиков системы, а и самими пользователями;
- работа в системе на русском языке – система имеет языковые пакеты на множестве мировых языков, в том числе и на русском языке, причем пользователь может самостоятельно изменять под свои цели

перевод тех или иных понятий;

- невысокая сложность первых шагов при освоении системы, наличие помощи – большое количество справочных материалов, активный форум сообщества пользователей, дистанционные курсы обучения работе в системе;
- поддержка жизненного цикла системы – крупные обновления выходят 2 раза в год;
- поддержка стандартов, совместимость и возможность интеграции с другими системами – реализована поддержка таких стандартов как SCORM, есть API для внешних функций.

Рост популярности системы Moodle можно проиллюстрировать количеством сайтов, развернутых под этой системой в мире: Россия более 1100 сайтов, Бразилия – 4920 сайтов, США – 11 700 сайтов, Великобритания – 3870 сайтов, Германия – 2870 сайтов, Таиланд – 1550 сайтов, Китай – 1250 сайтов [1].

Активно работая с системой Moodle, и являясь одними из активных участников Российского сообщества пользователей Moodle, хотелось бы отметить, что эта среда является очень мощным инструментом, но далеко не всегда пользователи осознают и используют многие из ее возможностей. Одними из таких, предлагаемых системой полезных, но недостаточно используемых возможностей, являются средства обработки и анализа результатов тестов и измерения качества тестовых материалов.

При использовании современных интерактивных технологий в обучении остро встает вопрос контроля и оценивания освоения учениками изучаемого материала. Эффективным современным инструментом, активно используемым для этих целей, является использование тестовых технологий. Как и для любой системы оценивания знаний в этом случае актуальным является вопрос о качестве контрольно-измерительных материалов, с точки зрения способности служить инструментом для оценки знаний, о точности такого измерения.

В связи с этим, одним из важных достоинств тестовых технологий является возможность получения объективных характеристик, позволяющих оценить качество тестов и их составляющих – тестовых заданий (вопросов). Эти характеристики рассматриваются и обосновываются в теории педагогических измерений [2]. Педагогическое измерение понимается как процесс определения меры интересующего нас латентного свойства личности испытуемого на интервальной шкале, посредством качественного теста, состоящего из системы заданий равномерно возрастающей трудности, позволяющего получать педагогически целесообразные результаты, отвечающие критериям надёжности, валидности, объективности и эффективности [3]. То, что тесты и составляющие их вопросы многократно используются для больших групп испытуемых, позволяет применять статистические методы при обработке

их результатов для вычисления целого ряда характеристик. Эти величины с помощью теории педагогических измерений могут интерпретироваться для оценки качества тестов. В основе системы сбора статистики используется метрическая система Раша, позволяющая говорить о качестве педагогических измерений [3].

Проблема заключается в том, что статистическая обработка результатов тестирования, вычисления и последующей интерпретации необходимых характеристик довольно сложные. Это является серьезным препятствием для применения этих характеристик широким кругом преподавателей, использующих в своей деятельности задания в тестовой форме, но в большинстве своем не являющихся специалистами в области математической статистики.

В этой связи одним из достоинств системы управления обучением Moodle является то, что у нее имеются встроенные средства для осуществления такой обработки и вычисления разнообразных характеристик тестов. Более того в версиях системы Moodle, начиная с 2.1, эти средства претерпели большие изменения – они расширились по сравнению с версией 1.9. Тем не менее, к сожалению, приходится констатировать, что в настоящее время мало кто из преподавателей знает и использует в своей практике эти возможности для оценки качества своих тестовых материалов.

Рассмотрим наиболее важные, на наш взгляд, характеристики, которые автоматически формирует система Moodle 2.1 по результатам выполнения тестов испытуемыми.

Все характеристики разделены на две группы: первая относится к тесту в целом, вторая – к каждому вопросу или категории вопросов, присутствующих в тесте.

Характеристиками, позволяющими оценивать качество теста в целом, являются следующие величины [4].

Средняя оценка испытуемых – среднее арифметическое по оценкам всех выполняющих тест студентов.

$$\bar{T} = \frac{1}{S} \sum_{s \in S} T_s$$

где S – множество студентов, выполнявших тест, T_s – оценка за тест s -го студента.

Медиана – срединное значение оценок испытуемых T_s .

Стандартное отклонение оценок за тест – это общепринятая мера вариации полученных испытуемыми тестовых баллов для конкретной группы испытуемых. Оно характеризует дифференцирующую способность теста, то есть его способность разделять испытуемых в группе по уровню подготовки. Эта характеристика определяется по формуле

$$SD = \sqrt{V(t)} = \sqrt{\frac{1}{S-1} \sum_{s \in S} (T_s - \bar{T})^2}$$

Коэффициенты асимметрии и эксцесса – меры характеризующие отличие формы распределения полученных испытуемыми тестовых баллов от нормального распределения.

Коэффициент надежности теста, еще называемый альфа Кронбаха.

$$CIC = 100 \frac{P}{P-1} \left(1 - (S-1) \frac{\sum_{p \in P} (x_p(s) - \bar{x}_p)}{\sum_{s \in S} (T_s - \bar{T})^2} \right),$$

где p – номер тестового задания из множества заданий теста P .

Это средний разброс результатов каждого студента при ответе на все вопросы теста.

Чем меньше разброс результатов каждого студента при ответе на вопросы теста по отношению к разбросу суммарных оценок за тест в целом, тем вопросы теста являются более согласованными.

Стандартная ошибка – оценивает фактор везения и указывает границы погрешности для оценки студента за тест [3]:

$$SE = \frac{ER}{100} SD$$

Если стандартная ошибка 10% и студент набрал 60% от максимальной оценки, тогда его подлинная оценка будет располагаться в интервале от 50% до 70%.

В теории педагогических измерений считается, что в более хорошем тесте средний арифметический балл испытуемых равен медианному значению оценок используемых заданий, коэффициенты асимметрии и эксцесса не отклоняются от значений для стандартной кривой нормального распределения результатов. Также хорошо, если значения среднего арифметического, моды и медианы совпадают. Это признак точной нацеленности общего уровня трудности теста на уровень подготовленности испытуемых [2]. Так же совпадающие средние значения шкальных баллов, показатели асимметрии и эксцесса позволяют корректно сравнивать распределения результатов по разным тестам.

Вторая группа параметров позволяет оценивать качество конкретных тестовых заданий (вопросов), составляющих тест.

- Индекс легкости – процент студентов, которые ответили на конкретный вопрос теста правильно. Для i -го тестового задания он определяется по формуле $F_i = \bar{x}_i$, при использовании стобальной шкалы для оценивания, где усреднение осуществляется по всем испытуемым, выполнившим это задание.
- Стандартное отклонение – характеризует разброс значений оценок испытуемых при ответе на конкретный вопрос теста.
- Случайно угаданная оценка – оценка, которую мог бы получить студент при случайном угадывании ответов.
- Предполагаемый вес – вес, который преподаватель назначил тестовому заданию при формировании сценария теста.
- Эффективный вес – это характеристика того, какова фактическая

доля в итоговой оценке студентов за тест, определяется конкретным вопросом. В идеале эффективный вес должен быть равен предполагаемому. Другими словами, имея эти значения, преподаватель может скорректировать предполагаемые веса вопросов в соответствии с их фактическим весом в итоговой оценке.

- Коэффициент дифференциации – это соотношение связи между оценками за конкретный p -й вопрос и за весь тест в целом. То есть для хорошего тестового вопроса студенты, с наивысшими оценками за него, также будут иметь более высокие оценки и за тест в целом.

$$D_p = 100 \frac{\sum_{s \in S} (x_p(s) - \bar{x}_p)(X_p(s) - \bar{X}_p)}{\sum_{s \in S} (x_p(s) - \bar{x}_p) \sum_{s \in S} (X_p(s) - \bar{X}_p)},$$

где $X_p(s) = T_s - x_p(s)$ - баллы, полученные студентом за ответы на все вопросы кроме p го (остаток оценки студента для позиции p).

Эффективность дифференциации – нормированный коэффициент дифференциации [3].

$$c(x_p, X_p) = \frac{1}{S-1} \sum_{s \in S} (x_p(s) - \bar{x}_p)(X_p(s) - \bar{X}_p)$$

В качестве иллюстрации можно привести показатели, полученные при реальном тестировании при проведении аттестаций студентов факультета компьютерных наук по конкретной дисциплине.

Таблица 1. Показатели рубежных (промежуточных) тестирований по дисциплине «Управление данными», проведенных в 2011г. на факультете компьютерных наук.

Тестирование/Параметры	Аттестация 1	Аттестация 2	Аттестация 3
Средняя оценка	73	60,9	78,2
Медиана	75	58,4	83,7
Стандартное отклонение	17	18,9	15,6
Коэффициент асимметрии	-0,84	0,261	-1,363
Мера эксцесса	0,7	-0,894	2,727
Коэффициент надежности	90	90	83,2
Стандартная ошибка	5	6	6,4

Учитывая вышесказанное, приведенные в таблице значения можно интерпретировать следующим образом.

О качестве сценария тестирования – по параметру надежность. Он достаточно высок для всех тестов, т.е. хорошо оценивает всех студентов.

О целевой аудитории теста – по средним параметрам. Поскольку они практически равны, значит, тест по своей трудности соответствует именно этой аудитории.

Об ошибке в оценке за тест – по величине стандартной ошибки. Может помочь преподавателю при определении окончательной оценки, указав возможные допуски для изменений.

Логическим продолжением нашей работы стало исследование методик увеличения надежности сценария тестирования. Для этого мы

рассматривали анализ критериально-ориентированного теста, предназначенного для выявления степени усвоения студентами 1-го курса химического факультета ВГУ раздела курса «Информатика». Тестирование в системе Moodle выполнялось студентами впервые, время выполнения - 60 мин. Сценарий тестирования состоял из 50 случайно расположенных вопросов. Средствами, заложенными в системе Moodle, проведена статистическая оценка качества вопросов [5].

Результаты выполнения теста студентами распределились неравномерно (рис.1). Максимум частот появления оценки смещен к 70 баллам. Смещение максимума частот в область высоких баллов может свидетельствовать об излишней лёгкости теста [8].

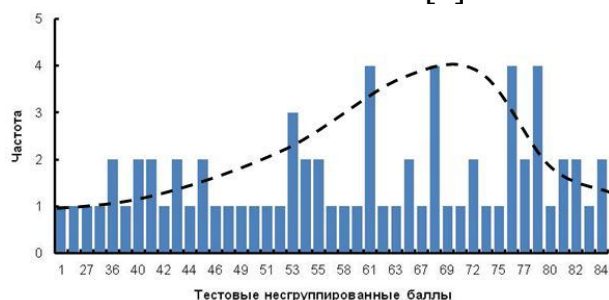


Рис. 1. Частотное распределение баллов первых попыток тестирования

Для оценки легкости/трудности заданий в системе Moodle используется величина индекса легкости задания (ИЛ). Сложность заданий должна соответствовать уровню подготовки испытуемых. Тест в целом должен включать в себя комплекс заданий различной сложности — от легких до трудных. Очевидно, что слишком простые задания, на которые правильно отвечают все испытуемые, и слишком сложные задания, на которые не может ответить никто из испытуемых, не обладают способностью дифференцировать испытуемых по уровню их подготовки и в этом смысле не являются тестовыми заданиями [2].

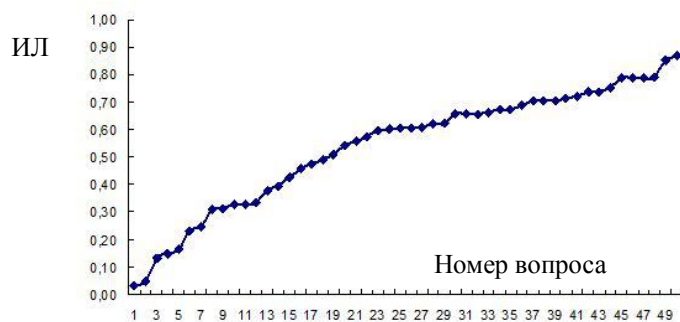


Рис. 2. Значение индекса лёгкости заданий теста от номера вопроса в выборке

Полученные данные для исследуемого теста свидетельствует о том, что используемая база тестовых заданий достаточно равномерно представляет вопросы различного уровня сложности, при этом легкие —

«очевидные для всех», практически отсутствуют. Однако вопросы сложные — «никем не решаемые», с индексом легкости ниже 0,1 в базе вопросов присутствуют (вопрос 23 – 0,02 и вопрос 18 – 0,05), что требует исключения этих вопросов из теста (рис. 2).

Величина стандартного отклонения тестовых баллов позволяет судить о качестве теста, о его дифференцирующей способности [3]. Анализ средних величин стандартного отклонения для каждого типа вопросов показал, что все используемые типы вопросов вносят практически равный вклад в дифференцирующую способность теста и ни один из типов вопроса не должен быть исключен из тестового задания (стандартное отклонение всех типов вопросов выше 30%).

Стандартное отклонение для большинства тестовых вопросов имеет значение больше 0,3, что в соответствии с требованиями педагогической теории измерений [4] является хорошим показателем их дифференцирующей способности (рис. 3). Задания, для которых это значение меньше 0,3, такой способностью не обладают и должны исключаться из теста. В рассматриваемом случае заданиями, рекомендуемыми к исключению из теста, оказались: вопрос 23 (0,18) и вопрос 18 (0,22).

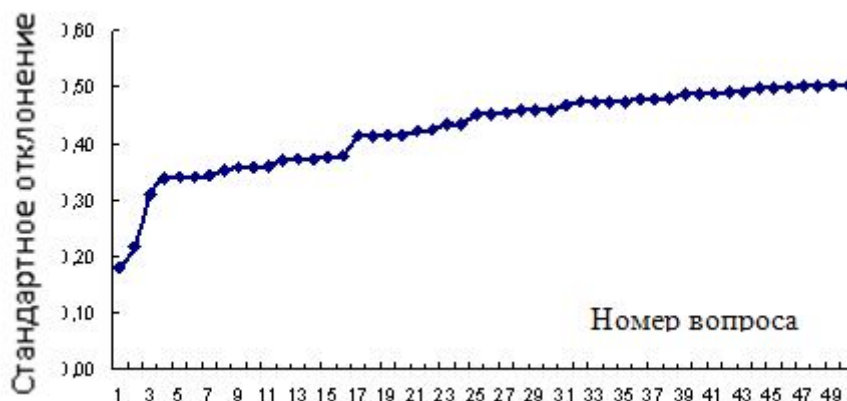


Рис. 3. Стандартное отклонение результатов выполнения заданий от номера вопроса в выборке

Важной статистической характеристикой дифференцирующей способности тестовых заданий, которую позволяют вычислять средства Moodle, является Коэффициент Дифференциации (КД). Считается, что задание обладает достаточной дифференцирующей способностью, если коэффициент дифференциации имеет значение больше или равное 30% [7].

Анализ величины КД для рассматриваемого случая показал (рис. 4), что 14% использованных в эксперименте тестовых заданий не удовлетворяют этим требованиям ($КД < 30\%$), более того, у одного задания (вопрос 23), значение этого коэффициента имеет отрицательное значение (-40,69%), что свидетельствует о явных дефектах вопроса.

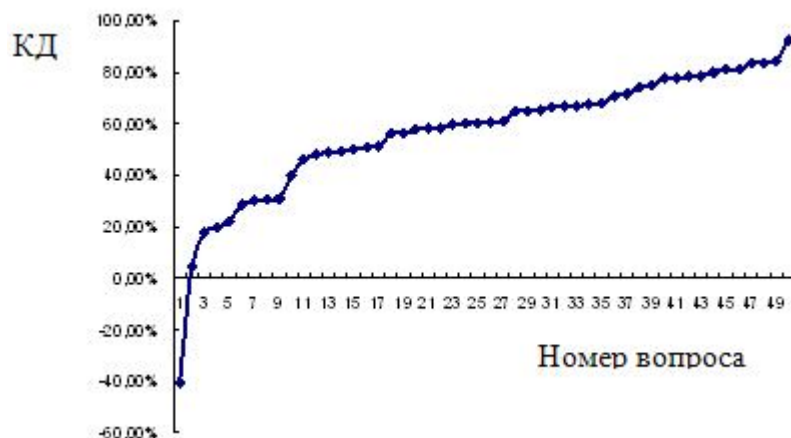


Рис. 4. Значение эффективного коэффициента дифференциации заданий теста

Статистическая оценка базы тестовых вопросов позволяет корректировать тест. В Moodle для оценки качества теста в целом используются параметры, указанные в таблице 2:

Таблица 2: Статистические характеристики сценария теста

Название теста	Количество полных оцененных первых попыток	Средняя оценка	Медиана оценки	Стандартное отклонение	Асимметрия	Эксцесс	Коэффициент внутренней согласованности (надежности) теста	Относительная ошибка	Стандартная ошибка
Контроль №1	61	54,22%	55,32%	21,25%	-0,732	-0,0705	92,90%	26,64%	5,66%

Важнейшей характеристикой теста является его надежность, характеризующая воспроизводимость результатов тестирования и их точность. Коэффициент надежности - это корреляционный коэффициент, показывающий степень совпадения результатов тестирования, осуществленного в одинаковых условиях одним и тем же тестом. Надежность теста зависит от ошибки измерений [6]. Когда ошибка отсутствует, коэффициент надежности равен единице. Если измеренный тестовый балл полностью обусловлен ошибкой измерения, то надежность теста равна нулю. Согласно статистической оценке анализируемого теста, ошибка для него составила 5,66 %, а коэффициент внутренней согласованности - 95.90%.

Учитывая полученную ранее информацию о качестве тестовых заданий, была проведена статистическая оценка теста с исключением «некачественных» вопросов по разным параметрам:

- по эффективному весу вопроса (исключение вопросов 23 и 18);
- по предполагаемому весу вопроса (учет сложности вопроса). В анализируемом тесте одно задание имело максимально возможную

оценку в 3 раза превышающую остальные. При анализе по весу проводилась статистическая оценка при всех равных максимальных баллах и при выделенном по трудности вопросе 28. Значение максимального балла составляли 1 или 3.

- по величине стандартного отклонения (рис.3);
- по эффективному коэффициенту дифференциации.

Исключение «некачественного» вопроса из теста проводилось путем присвоения максимально возможной оценке по заданию значения 0.

Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2: Статистические характеристики сценария тестирования в разрезе эксперимента

	исходная ситуация	"уравнивание" весов	исключение вопросов
Коэффициент внутренней согласованности (надежности) теста	0,9290	0,9324	0,9043
Стандартная ошибка	0,0566	0,0539	0,0609

Для анализируемого случая «уравнивание» весов вопросов приводит к снижению ошибки определения оценки, при одновременном увеличении величины внутренней согласованности. Это свидетельствует об увеличении надежности теста.

Исключение из теста вопросов, выделенных по анализу величины стандартного отклонения и по эффективному коэффициенту дифференциации, а также распределение веса в соответствии с индексом легкости, ведет к уменьшению внутренней согласованности теста и увеличению стандартной ошибки.

Увеличение внутренней согласованности теста обусловлено «выравниванием» качества вопросов в базе тестовых заданий.

В свою очередь, наблюдаемое некоторое увеличение стандартной ошибки определения оценки может быть обусловлено малым количеством учитываемых тестовых заданий.

По результатам анализа можно сделать следующие выводы:

- для тестов, построенных на элементарных («легких») вопросах известные методы повышения надежности не дают ожидаемых результатов;
- малое количество заданий в базе вопросов и в самом тесте приводит к ненадежной оценке качества теста и создает условия для невозможности применения методик его улучшения.

Стоит отметить, что приведенная система анализа тестов и тестовых заданий может быть положена в учебном заведении в основу контроля качества создания электронных учебно-методических комплексов (ЭУМК).

Модель оценки качества ЭУМК можно выстроить следующим образом:

- размещенные в портале учебные и методические материалы должны быть оценены экспертной комиссией на предмет соответствия

заявленной теме учебного курса;

- по каждой дисциплине должно быть в наличии определенное количество учебно-методических материалов для обеспечения самостоятельной работы обучающихся, в том числе и в тестовой форме;
- первичная оценка качества теста должна включать в себя оценку количества тестовых заданий подготовленных в рамках курса;
- вторичная оценка качества составленных тестов должна быть проведена по истечении первого полного цикла обучения слушателей этого курса на основании тех статистических данных и общепринятых понятий и величин педагогических измерений, что предоставляет Moodle.

Таким образом, описанная выше и реализованная в сетевой системе управления обучением Moodle система анализа статистических результатов тестирования внутри учебного курса может служить как эффективным инструментом контроля качества создаваемых преподавателем тестовых материалов со стороны руководства учебного учреждения, так и удобным инструментом для самого преподавателя в процессе совершенствования теста и тестовых заданий для увеличения качества обучения и контроля успеваемости.

Литература

1. Сайт <http://moodle.org/stats/>
2. Аванесов В.С. Метрическая система Георга Раша // Педагогические Измерения №2, 2010, С. 57-80.
3. Аванесов В.С. Понятие и методы математической теории педагогических измерений (Item Response Theory): статья третья. Педагогические Измерения. №4, 2009 г. - С. 5.
4. Сайт http://docs.moodle.org/dev/Quiz_statistics_calculations
5. Толстобров А.П., Коржик И.А. Возможности анализа и повышения качества тестовых заданий при использовании сетевой системы управления обучением MOODLE / // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Системный анализ и информационные технологии. Воронеж, 2008. № 2. С. 100-106 .
6. Ким В.С. Тестирование учебных достижений. Уссурийск: Издательство УГПИ, 2007. 214 с.
7. Аванесов В.С. Проблема эффективности педагогических измерений. Педагогические Измерения № 4, 2008. С. 3-24.
8. Челышкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов. М.: Логос, 2002. 431 с.

Крюков С.В.

Южный федеральный университет,
заведующий кафедрой экономической кибернетики
svkrukov@sfn.edu.ru

Разработка образовательного стандарта ЮФУ для бакалавриата по направлению подготовки «Бизнес-информатика» и ООП по профилю «Бизнес-аналитика»

Аннотация

Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой собственного образовательного стандарта Южного федерального университета для бакалавриата по направлению подготовки «Бизнес-информатика» и Основной образовательной программы высшего профессионального образования для профиля «Бизнес-аналитика» в рамках данного направления. Описана предметная область бизнес-анализа, охарактеризованы место и роль бизнес-аналитика в организации. Представлены рекомендации по формированию набора компетенций бизнес-аналитика, а также по включению специальных дисциплин в учебный план.

Введение

После достаточно долгого переходного периода система высшего образования России в 2011 г. перешла на модель массовой подготовки кадров высшей квалификации «бакалавр – магистр». Большинство существовавших до недавнего времени специальностей были объединены в укрупненные направления подготовки бакалавров и магистров.

В укрупненной группе «Экономика и управление», наряду с такими традиционными направлениями, как «экономика», «менеджмент», «управление персоналом», появилось и достаточно новое направление «бизнес-информатика». В 2011 г. в Южном федеральном университете (ЮФУ) был произведен первый набор в бакалавриат по направлению «Бизнес-информатика». Набор осуществлялся на кафедру экономической кибернетики, где была разработана ООП ВПО по направлению «бизнес-информатика» в соответствии с ФГОС третьего поколения.

Целью обучения студентов по направлению «Бизнес-информатика» является подготовка бакалавров, обладающих комплексными знаниями в области экономики, менеджмента, права, информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), владеющих теоретическими основами и практическими навыками аналитической поддержки принятия решений, способных не только решать экономические задачи с помощью современных информационных технологий (ИТ), но и внедрять, конфигурировать и сопровождать корпоративные информационные системы, а также управлять данными процессами в организациях

различного профиля и организационно-правовых форм. Предполагается, что выпускник бакалавриата по направлению «бизнес-информатика» сможет работать бизнес-аналитиком, системным аналитиком, ИТ-консультантом, проектировщиком информационных систем, специалистом по внедрению и сопровождению информационных систем, менеджером проектов, организатором инновационного бизнеса в сфере ИТ в финансовых, экономических, маркетинговых и информационно-аналитических подразделениях промышленных предприятий, банков, государственных и муниципальных организаций; консалтинговых фирмах; компаниях-разработчиках инструментальных средств и программного обеспечения.

Потребность в специалистах подобного профиля растет во всем мире, в том числе и в России. Общая численность ИТ-специалистов, работающих в российской экономике, составила в 2009 году чуть более 1 млн. человек. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат) по занятости населения России, это составляет 1,47% от всех работающих или 1,34% от трудоспособного населения. Для сравнения: в США последний показатель составляет 3,74%, в Великобритании - 3,16%, в Германии - 3,14% [1].

По результатам исследования, проведенного Аналитическим центром REAL-IT по инициативе Ассоциации Предприятий Компьютерных и Информационных Технологий (АП КИТ), был сделан вывод, что при реализации модернизационного сценария развития России, численность требующихся ИТ-специалистов в ближайшие годы в несколько раз превысит численность выпуска студентов соответствующего профиля и нарастающий дефицит ИТ-кадров станет одним из главных сдерживающих фактором развития страны.

В 2011 г. ЮФУ получил право разрабатывать собственные образовательные стандарты в сфере ВПО. Одним из первых на кафедре экономической кибернетики был разработан стандарт ЮФУ для подготовки бакалавров по направлению «Бизнес-информатика». Для ООП по данному направлению был выбран профиль «бизнес-аналитика». В прежней системе подготовки кадров высшей квалификации специалистов в области экономической и в меньшей степени «бизнес»-аналитики готовили в рамках специальности «экономическая кибернетика», позже переименованной в «математические методы в экономике». В Российской Федерации до 2011 г. около 100 вузов готовили выпускников по данной специальности.

После перехода на модель «бакалавр-магистр» некоторые вузы сохранили подготовку специалистов в данной области путем введения соответствующего профиля в рамках направления подготовки бакалавров «экономика» (Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, Российский экономический университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербургский

инженерно-экономический университет и др.), некоторые вузы открыли подобный профиль в рамках направления подготовки бакалавров «Бизнес-информатика». Однако собственно «бизнес-аналитиков» до сих пор на уровне бакалавриата не готовит ни один вуз России. До последнего времени учиться на бизнес-аналитика приходилось в два этапа: сначала получить высшее образование в таких областях, как «экономика», «менеджмент», «информационные технологии», а затем пройти программу дополнительной профессиональной переподготовки в области «бизнес-аналитики».

В то же время профессия «бизнес-аналитик» уже сейчас востребована на рынке труда России. По словам Елены Зажигалиной (ведущий консультант финансового департамента рекрутинговой компании Antal International Russia) – в российских компаниях зарплата бизнес-аналитика варьируется от 40 до 90 тыс. руб. в месяц. Столь сильный разброс обусловлен спецификой отдельных отраслей. В зарубежных компаниях, работающих в России, компенсация бизнес-аналитика колеблется от 60 до 150 тыс. руб. Профессионал такого уровня, по сути, является правой рукой генерального директора, выступает консультантом по ключевым вопросам оптимизации бизнеса. Бизнес-аналитики наиболее востребованы в промышленных компаниях, консалтинге, информационных структурах. Они работают по таким направлениям, как логистика, маркетинг, продажи, финансы, информационные технологии. Специалист может строить карьеру в какой-то одной отрасли, например нефтяной, или напротив, свободно переходить из одной сферы в другую [2].

На сайте «Учеба.ру» (www.ucheba.ru) о направлении «бизнес-информатика» сказано: «Ядро профессии - Бизнес-аналитики — уникальные специалисты, одинаково хорошо владеющие экономическими и информационными инструментами. Создают, внедряют в эксплуатацию и координируют корпоративные информационные системы. Разрабатывают бизнес-модели, планируют и организуют IT-проекты различного уровня сложности. Опытные бизнес-аналитики зачастую становятся первыми лицами компаний, входят в совет директоров, участвуют в принятии решений о дальнейшем развитии фирмы, моделируют и оптимизируют бизнес-процессы. Бизнес-аналитики востребованы во всех отраслях, в которых применяются информационно-коммуникационные технологии. Особенный дефицит наблюдается в сферах, связанных с добычей полезных ископаемых, производством высокотехнологичных товаров, IT-корпорациях и др. Начинаящий специалист может рассчитывать на должность консультанта или помощника и оклад в 30 тысяч рублей. Опытные бизнес-аналитики «стоят» сотни тысяч рублей. Кстати, бизнес-аналитики — один из самых частых «заказов» для хедхантеров» [3].

В Южном федеральном университете (г.Ростов-на-Дону) в 2012 г. впервые в России проведен набор на программу подготовки бакалавров по направлению «бизнес-информатика» именно по профилю «бизнес-

аналитика». В связи с новизной данного профиля, возникают первоочередные вопросы, требующие профессиональных и своевременных ответов. Что такое бизнес-анализ, чем должен заниматься бизнес-аналитик в организации, каковы его роль и место в организации, какими компетенциями должен обладать бизнес-аналитик, какие специальные дисциплины должны входить в учебную программу подготовки бизнес-аналитика?

Бизнес-анализ

Бизнес-анализ включает понимание того, как выполняются различные функции в организации с точки зрения достижения организационных целей, и как организация обеспечивает продуктами и услугами внешних стейкхолдеров. Стейкхолдеры - это группы, организации или индивидуумы, на которых влияет компания и от которых она зависит [4].

Обычно различают две группы стейкхолдеров: первичные и вторичные. Первичные, имеют легитимное и прямое влияние на бизнес (ближний круг): собственники; клиенты; сотрудники; бизнес-партнеры по производственной цепочке. Вторичные, имеют опосредованное влияние на бизнес (дальний круг): власть (местная и государственная); конкуренты; другие компании; инвесторы; местные сообщества, куда входят средства массовой информации, некоммерческие организации, в том числе общественные и благотворительные; местные активисты, формирующие общественное мнение.

Бизнес-анализ включает понимание того, как организационные функции соответствуют выбранным целям, и определение способностей организации в обеспечении внешних стейкхолдеров продуктами и услугами. Также бизнес-анализ включает определение организационных целей и того, как эти цели связаны со специфическими задачами, определения плана действий по достижению этих целей и выполнению задач, и определению того, как должны взаимодействовать друг с другом различные подразделения организации, стейкхолдеры внутри и вне организации.

Бизнес-анализ может быть использован для того, что понять нынешнее состояние организации или служить основой для определения будущих потребностей бизнеса. Чаще всего бизнес-анализ используют для того, чтобы сформулировать и оценить решения, соответствующие потребностям, целям и задачам бизнеса.

Бизнес-аналитик

Бизнес-аналитик - это относительно новая должность в организации. Узкий специалист в области информационных технологий или специалист в определенной сфере бизнеса не может занять эту должность. Это и не управленческая должность, она не связана с большой властью в организации. Тот, кто занимает данную должность, должен полностью ориентироваться в том, как увеличить производительность, снизить

издержки и соблюсти все нормы с учетом позиций бизнеса и необходимости внедрения информационных технологий. Он должен уметь взглянуть на любую проблему с точки зрения всей организации, чтобы определить позитивные и негативные последствия любых предлагаемых изменений.

С тех пор, как появилась возможность использовать компьютер для поддержки и сопровождения бизнес-процессов, появилась необходимость в связующем звене между специалистами по компьютерам и информационным технологиям и другими сотрудниками организации. Пока большинство работников не научится самостоятельно эффективно использовать компьютер и информационные технологии для решения своих задач, соответственно, пока есть необходимость в программистах и других специалистах по ИТ, кто-то должен помогать сотрудникам организации формулировать бизнес-проблемы и ставить задачи по их решению перед ИТ-специалистами.

Многие организации вовсе не имеют бизнес-аналитиков в своем штате. Однако роль бизнес-аналитика не является новой. До тех пор пока в штате организации не появились бизнес-аналитики, их роль в организации могли выполнять менеджер проекта, системный аналитик или бизнес-менеджер. В 2009 г. Международный институт бизнес-анализа так определил, кто такой «бизнес-аналитик». Бизнес-аналитик – это любой человек в организации, кто реально проводит бизнес-анализ, независимо от его должности и места в организации [5].

Британское компьютерное общество предложило следующее определение для бизнес-аналитика: это внутренняя консультационная роль, которая предполагает ответственность за исследование бизнес-систем, выявления возможностей для их улучшения и удовлетворение потребностей бизнеса в использовании информационных технологий [6]. Объединяя мнения разных специалистов и организаций, можно сказать, что бизнес-аналитик – это агент изменений в бизнесе, использующий преимущества информационных технологий для решения проблем в организации, улучшения процессов, и, в конечном итоге, увеличения стоимости организации.

Бизнес-аналитик должен владеть широким спектром знаний, умений и навыков – решения проблем, налаживания коммуникаций, презентации, аналитического мышления и др. Кроме этого он хорошо должен знать технологическую инфраструктуру организации: сети, оборудование, программное обеспечение.

Место бизнес-аналитика в организации

В любой организации, как системе, можно выделить следующие подсистемы: производство (основной вид деятельности), финансы, персонал, маркетинг, логистика, информационные технологии. При возникновении проблем в любой из подсистем для их решения необходимо объединить усилия, как минимум, трех сторон: (1) сотрудников, занятых в

подсистеме, где возникла проблема; (2) руководства компании (менеджеров высшего уровня); (3) сотрудников ИТ-подразделений.

Любая подсистема в организации сталкивается с проблемами. Происходят изменения в законодательстве, конкуренты выпускают новый продукт, происходят слияния и поглощения, растет текучесть персонала и т.д. Если данная подсистема может справиться со всеми проблемами без помощи ИТ-подразделений – хорошо, если нет – возникает необходимость в налаживании взаимодействия в рамках совместного проекта.

Основная задача ИТ-команды – успешно реализовать проект. Успешный проект – это проект, который достиг поставленных целей в рамках установленного времени и выделенного бюджета. Команда ИТ-проекта заботится о том, чтобы проект был выполнен успешно, вне зависимости от того, поможет он реально решить бизнес-проблему или нет.

Можно предположить, что функция координации интересов бизнеса и ИТ-подсистемы должна быть расположена на верхнем уровне менеджмента организации. Но, как правило, верхний уровень менеджмента имеет дело со стратегическими аспектами развития организации, а уровень проекта – это тактический уровень. Отсюда не очень большое желание высшего менеджмента вникать в детали каждого конкретного проекта. ИТ-команда проекта предполагает, что сотрудники подсистемы, где выявлена проблема, знают, зачем нужен реализуемый проект и какую выгоду он принесет всей организации. Сотрудники подсистемы, где выявлена проблема, часто предполагают, что ИТ-команда проекта ясно понимает, что нужно сделать для решения их проблемы.

И часто бизнес-аналитик является единственным звеном в организации, которое может помочь увязать все противоречивые интересы сторон в ходе реализации конкретного проекта. Вот почему место бизнес-аналитика – в центре организационной структуры (рис.1). Бизнес-аналитик должен уметь объективно оценить возникшую бизнес-проблему, грамотно сформулировать задачу перед ИТ-командой, а затем суметь проверить, как результаты реализации проекта помогли решить начальную бизнес-проблему и что это дало организации в целом.

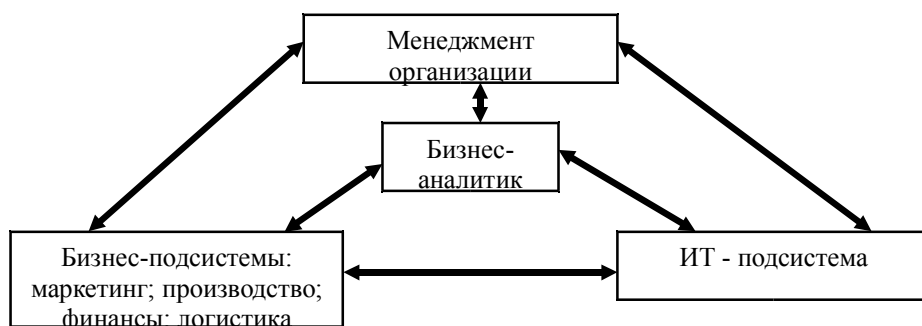


Рис.1. Роль и место бизнес-аналитика в организации
Компетенции бизнес-аналитика

Можно выделить следующие компетенции, необходимые бизнес-аналитику.

В области анализа бизнес-проблем и поиска решения:

- понимание потребностей развития организации и соответствующей отрасли;
- выявление сильных и слабых сторон организации, а также подсистем, требующих улучшения;
- поиск и выдвижение вариантов решения бизнес-проблем, возможно ранее не применявшихся в организации;
- формулирование требований, спецификаций и рекомендаций, относящихся к предлагаемым вариантам решения проблемы;
- документирование процесса решения бизнес-проблемы в форме, приемлемой и понятной для бизнеса, ИТ-специалистов и менеджмента организации.

В области коммуникаций:

- умение выступить модератором на различных собраниях и совещаниях;
- умение готовить информативные презентации;
- понимание того, как донести до аудитории новую, иногда сложную информацию грамотно и тактично;
- наличие достаточных знаний в сфере ИТ-технологий, чтобы общаться профессионально с командой ИТ-проекта;
- умение помочь в профилактике и разрешении конфликтов между бизнесом, командой ИТ-проекта и другими подсистемами организации;
- умение пробудить энтузиазм среди работников, причастных к реализации ИТ-проекта;
- умение помочь менеджерам разного уровня в принятии решений в организации.

В области реализации решения бизнес-проблем и оценки его качества:

- получение информации от участников решения проблемы и обеспечение адекватной обратной связи;
- выявляет стандартов и ограничений при реализации решения бизнес-проблемы;
- умение оценить требования бизнеса и передать необходимую информацию команде ИТ-проекта;
- умение отследить, чтобы все вопросы решались вовремя как командой ИТ-проекта, так и бизнесом;
- участие в проверке полученных результатов.

В области отношений со стейкхолдерами:

- взаимодействие с бизнесом для выявления его потребностей и оценка альтернативных решений бизнес-проблемы;

- выявление и управление ожиданиями стейкхолдеров;
- умение проверить то, что организация будет готова принять изменения в результате реализации выбранного решения;
- проведение эффективной оценки ИТ-проекта с точки зрения решения заявленной бизнес-проблемы.

Смежные с бизнес-аналитикой отрасли знаний

Кратко представим те отрасли знаний, которые являются смежными с бизнес-аналитикой, и которые целесообразно в качестве специальных дисциплин ввести в учебный план подготовки «бизнес-аналитиков» в высшей школе.

Архитектура предприятия (Enterprise architecture) - это наиболее общее и всестороннее представление предприятия, как хозяйствующего субъекта, имеющего краткосрочные и долгосрочные цели ведения своей основной деятельности, определенные миссией на региональном и мировом рынке, и стратегией развития, внешние и внутренние ресурсы, необходимые для выполнения миссии и достижения поставленных целей, а также сложившиеся правила ведения основной деятельности (бизнеса). Рассматриваемая в динамике архитектура предприятия — это логически связанный цельный план действий и скоординированных проектов, необходимых для преобразования сложившейся архитектуры организации к состоянию, определенному как долгосрочная цель, базирующийся на текущих и планируемых бизнес-целях и бизнес-процессах организации [7].

Бизнес-интеллект (Business Intelligence). Существуют разные определения этой области знаний. Вот определение, предложенное [The Data Warehousing Institute](#): «Business Intelligence имеет отношение к процессу превращения данных в знания, а знаний в действия бизнеса для получения выгоды. Является деятельностью конечного пользователя, которую облегчают различные аналитические и групповые инструменты и приложения, а также инфраструктура хранилища данных». Другое определение подобного рода: «Business Intelligence — знания, добытые о бизнесе с использованием различных аппаратно-программных технологий. Такие технологии дают возможность организациям превращать данные в информацию, а затем информацию в знания». Это определение четко разграничивает понятия «данные», «информация» и «знания». Данные понимаются как реальность, которую компьютер записывает, хранит и обрабатывает — это «сырые данные». Информация — это то, что человек в состоянии понять о реальности, а знания — это то, что в бизнесе используется для принятия решений [8].

Обобщая разные определения, можно сказать, что бизнес-интеллект (business intelligence) в широком смысле слова определяет: процесс превращения данных в информацию и знания о бизнесе для поддержки принятия улучшенных и неформальных решений; информационные технологии (методы и средства) сбора данных, консолидации информации

и обеспечения доступа бизнес-пользователей к знаниям; знания о бизнесе, добытые в результате углубленного анализа детальных данных и консолидированной информации.

Гибкая методология разработки программного обеспечения (Agile software development) - это концептуальный каркас, в рамках которого выполняется разработка программного обеспечения. Существует несколько подобных методик [9]. Большинство из них нацелены на минимизацию рисков, путём сведения разработки ПО к серии коротких циклов, называемых итерациями, которые обычно длятся две-три недели. Каждая итерация сама по себе выглядит как программный проект в миниатюре, и включает все задачи, необходимые для выдачи мини-прироста по функциональности: планирование, анализ требований, проектирование, кодирование, тестирование и документирование. Хотя отдельная итерация, как правило, недостаточна для выпуска новой версии продукта, подразумевается, что гибкий программный проект готов к выпуску в конце каждой итерации. По окончании каждой итерации, команда выполняет переоценку приоритетов разработки.

Система управления бизнес-правилами (Business Rule Management System) - информационная система, используемая для ведения, поддержки и исполнения бизнес-правил компании. Системы управления бизнес-правилами состоят из сервера исполнения бизнес-правил и инструмента ведения правил (репозитория), предоставляющего бизнес-пользователям удобный и функциональный интерфейс для хранения, создания и изменения бизнес логики. Также могут присутствовать компоненты тестирования и анализа правил. Ключевым аспектом подобных систем является ориентация на функциональных пользователей, а не на программистов [10].

Управление бизнес-процессами (Business Process Management - BPM). Это одна из современных управленческих методик, включающая в себя совокупность идеологии и программного обеспечения управления бизнес-процессами. С точки зрения философии управления - BPM призывает отойти от функционального осмысления деятельности организации к её видению как совокупности бизнес-процессов пересекающих функциональные границы. Подход BPM прочно связан с BPMS - Business Process Management System/Solution, технологической составляющей BPM. С этой позиции BPM представляет собой интегрированный набор инструментов, позволяющий моделировать процессы, автоматически их исполнять и контролировать эффективность [11].

Управление ИТ-услугами (IT Service Management) - это концепция управления ИТ инфраструктурой компании, сфокусированная на предоставлении услуг и ориентированная на бизнес-потребителя этих сервисов. ITSM - совокупность 10 процессов: управление инцидентами, управление проблемами, управление конфигурациями, управление изменениями, управление релизами, управление уровнем сервиса,

управление финансами, управление мощностью, управление непрерывностью [12].

Управление проектами (Project Management) - область деятельности, в ходе которой определяются и достигаются четкие цели проекта при балансировании между объемом работ, ресурсами (такими как деньги, труд, материалы, энергия, пространство и др.), временем, качеством и рисками. Ключевым фактором успеха проектного управления является наличие четкого заранее определенного плана, минимизации рисков и отклонений от плана, эффективного управления изменениями (в отличие от процессного, функционального управления, управления уровнем услуг) [13].

Заключение

Бизнес-аналитику в ближайшие годы ждут большие изменения, уже намечается ее переход к новой стадии, так называемой «Бизнес-аналитика 2.0» (Business Intelligence 2.0). BI 2.0 - это термин, который относится к новым инструментам и программному обеспечению, которые позволяют в реальном времени собирать корпоративные данные и использовать их не лично, как ранее, а на основе веб-технологий [14].

Только своевременная и качественная подготовка квалифицированных кадров, в том числе в области бизнес-аналитики, позволит российским компаниям получить и сохранить конкурентные преимущества, отвечая на вызовы экономики XXI века.

Литература

1. ИТ-кадры 2010. – Режим доступа: <http://www.apkit.ru>.
2. Бизнес-аналитик: программист или менеджер. – Режим доступа: http://www.proforientator.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=911:2011-12-05-08-23-59&catid=21:2009-11-13-21-14-09.
3. Бизнес-информатика. – Режим доступа: <http://www.ucheba.ru/spec/52051.html>
4. Кто такие стейкхолдеры. – Режим доступа: <http://www.crdf.ru/focus/stakeholders.html>.
5. International Institute of Business Analysis, A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge, version 2.0 (March 31, 2009), page 4.
6. Debra Paul and Donald Yeates, Business Analysis (British Informatics Society Ltd, April 2006), 4.
7. Данилин А., Слюсаренко А. Архитектура и стратегия. «Инь» и «Янь» информационных технологий предприятия. М.: Интернет-Ун-т Информ.Технологий, 2005.
8. Что такое Business Intelligence? – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2003/04/182900/>.
9. Введение в гибкую разработку программного обеспечения. – Дата обращения: <http://www.kv.by/index2008354201.htm>.
10. Business Rules Management System. – Режим доступа: <http://www-01.ibm.com/software/websphere/products/business-rule-management/>.
11. Business Process Management System/Solution. – Режим доступа: <http://www.piter-soft.ru/automation/more/glossary/process/BPM/>.
12. Что такое IT Service Management (ITSM). – Режим доступа: <http://www.itsmonline.ru/itsm/>.

13. About Organizational Project Management. – Режим доступа:
<http://www.pmi.org/Business-Solutions/OPM3-FAQ.aspx#about2>.

14. Gregory S. Nelson . Business Intelligence 2.0: Are we there yet? – Режим доступа:
<http://support.sas.com/resources/papers/proceedings10/040-2010.pdf>.

Курзаева Л.В.

ФГБОУ ВПО Магнитогорский государственный университет»,
начальник отдела образовательной политики и мониторинга
качества образования, доцент кафедры информатики
lkurzaeva@mail.ru

Компетентный подход в подготовке ИТ-специалистов: обзор в поисках точки опоры

Публикация выполнена в рамках проекта, финансируемого РГНФ №12-06-00067 «Адаптивное управление качеством профессионального образования на основе компетентностного подхода (на примере сферы ИТ)».

Современный рынок труда ИТ-отрасли, вследствие темпов развития последней, требует от выпускников владения определенным набором компетенций, предполагающих не только возможность выполнения определенного вида работ, но и способность чувствовать границы своих возможностей и планировать их расширение путем дальнейшего обучения с целью профессионального развития. Происходит переориентация цели образования от «формирования знаний, умений, навыков» к «выработке компетенций». При этом под профессиональными компетенциями будем понимать «способность успешно действовать на основе знаний, умений и практического опыта при решении задач в профессиональной области, обеспечивая качественное выполнение трудовых функций в соответствии с требованиями профессиональных стандартов» [1]. Таким образом, компетенция, в отличие от простого набора отдельных мало связанных между собой знаний, умений и навыков, является интегральным качеством специалиста. Компетентностный подход в образовании призван сформировать у выпускника системные качества, позволяющие увязать все полученные за время учебы знания, навыки, умения в целостное представление о предстоящей сфере деятельности.

С внедрением компетентностного подхода как ведущей парадигмы подготовки кадров в рамках ФГОС появились работы, посвященные проблеме построения компетентностной модели выпускника ИТ-направлений и реализации на ее основе профессиональной подготовки: обосновываются принципы формирования профессиональных компетенций у выпускников учебных заведений, исследуются вопросы содержания подготовки специалистов с учетом требований ФГОС, идентифицируются и разрабатываются решения проблем внедрения компетентностного подхода. (С.М. Авдошин, Н. Машукова, Э. Ф. Морковина, И.П. Норенков, Г. А. Попов Ю. Ф. Тельнов, В.А. Сухомлин)

Одной из основных проблем является правильная идентификация

компонентов компетентностной модели выпускника. «Правильность» заключается в адекватности установления состава и содержания компетенций, а также задания их уровня сформированности в модели выпускника по конкретной ООП требованиям рынка труда и перспективам развития ИТ-отрасли.

В настоящее время для решения этой проблемы сегодня применяются как минимум два пути решения:

1) во-первых, установление требований рынка труда посредством социологических опросов и интервьюирования работодателей;

2) во-вторых, установление требований на основе анализа рекомендательных и нормативных документов, регламентирующих квалификационные требования к работнику.

Используется и их комбинация, но в рамках данной статьи остановится на некоторых особенностях второго пути решения проблемы построения компетентностной модели выпускника ИТ-направлений бакалавриата, и, в частности, использования профессиональных стандартов.

Актуальность их разработки, а также методики их использования образовательными учреждениями назрела уже давно. Учреждения СПО и ВПО использовали и используют в образовательных стандартах квалификационные требования к профессиям, разработанные в сфере труда еще в советское время. Однако это только обостряет проблему улучшения качества подготовки специалистов. Объективно, несмотря на то, что осуществлялась попытка обновления квалификационных требований, например, за счет региональной компоненты в ГОС 2-го поколения, такой подход заведомо ложен и не даст ощутимого результата в рамках ФГОС – образовательных стандартов 3-го поколения. Это следствие отсутствия адекватности установленных требований современным потребностям.

В этой ситуации важны такие инструменты как отраслевые рамки квалификаций и профессиональные стандарты. Профессиональный стандарт – продукт коллективной деятельности работодателей, объединенных по видам экономической деятельности, отражающий минимально необходимые совокупные квалификационные требования к профессиям. Профессиональные стандарты призваны сосредотачивать основные требования рынка труда, работодателей к профессии и закладывать основу для прикладной составляющей образовательного стандарта по соответствующей специальности. Описывая профессию по различным квалификационным уровням, профессиональный стандарт также становится основой для формирования программ профессиональной подготовки, переподготовки и повышения квалификации работников. Это должно привести к ситуации, когда выпускник образовательного учреждения получает знания и умения, приближенные к потребностям работодателей, к практике и позволит ускорить процесс трудоустройства и адаптации специалиста на рабочем месте, снизить затраты на его

«доводку». Систематизация характеристик профессий закладывает условия для формирования многоуровневой структуры квалификационных требований, начиная с уровня, когда отсутствуют особые требования к профессиональным знаниям и умениям (начало трудовой деятельности), до уровня, когда они требуются для осуществления стратегического планирования деятельности организации, принятия нестандартных решений в разнообразных условиях профессиональной деятельности [2]. Для области информационных технологий на сегодня при организационной поддержке Ассоциации Предприятий Компьютерных и Информационных Технологий уже разработаны такие стандарты [3]. Утверждены десять профессиональных стандартов наиболее востребованных на ИТ-рынке специальностей:

1. Программист.
2. Системный архитектор.
3. Специалист по информационным системам.
4. Системный аналитик.
5. Специалист по системному администрированию.
6. Менеджер информационных технологий.
7. Менеджер по продажам решений и сложных технических систем.
8. Специалист по информационным ресурсам.
9. Администратор баз данных.
10. Специалист информационной безопасности.

На стадии утверждения находятся еще 4 профессиональных стандарта:

1. Системный программист.
2. Программист высокопроизводительных вычислительных систем.
3. Специалист по распределенным вычислительным системам.
4. Специалист по технической документации (Технический писатель).

В планах разработка профессиональных стандартов:

1. Прикладной программист.
2. Специалист по качеству программного обеспечения.
3. Программист по разработке интерактивного контента.
4. Специалист по проектированию и эксплуатации информационно-телекоммуникационных комплексов.
5. Специалист по распределенным вычислительным сетям.
6. Программист информационно-телекоммуникационных сетевых ресурсов.
7. Контент-менеджер.
8. Менеджер проекта в области интернет-технологий.
9. Дизайнер графических интерфейсов.
10. Проектировщик информационных систем.
11. Специалист по тестированию.
12. Интернет-маркетолог.
13. Менеджер продукта.

14. Консультант по сложным техническим системам.

15. Архитектор программного обеспечения.

16. Инвестиционный аналитик в области информационных технологий.

17. Менеджер в сфере электронной коммерции.

18. Менеджер в сфере управления данными (data science).

В рамках реализации ООП на базе ФГОС профессиональные стандарты могут стать ориентиром для определения содержания и необходимого уровня сформированности компетенций у выпускника. Продемонстрируем это на примере направления подготовки 230700.62 «Прикладная информатика».

В ФГОС «Прикладная информатика» определены следующие профессиональные компетенции проектной, организационно-управленческой и производственно-технологической и аналитической деятельности:

- способен ставить и решать прикладные задачи с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ПК-4);
- способен осуществлять и обосновывать выбор проектных решений по видам обеспечения информационных систем (ПК-5);
- способен документировать процессы создания информационных систем на всех стадиях жизненного цикла (ПК-6);
- способен использовать технологические и функциональные стандарты, современные модели и методы оценки качества и надежности при проектировании, конструировании и отладке программных средств (ПК-7);
- способен проводить обследование организаций, выявлять информационные потребности пользователей, формировать требования к информационной системе, участвовать в реинжиниринге прикладных и информационных процессов (ПК-8);
- способен моделировать и проектировать структуры данных и знаний, прикладные и информационные процессы (ПК-9);
- способен применять к решению прикладных задач базовые алгоритмы обработки информации, выполнять оценку сложности алгоритмов, программировать и тестировать программы (ПК-10);
- способен принимать участие в создании и управлении ИС на всех этапах жизненного цикла (ПК-11);
- способен эксплуатировать и сопровождать информационные системы и сервисы (ПК-12);
- способен принимать участие во внедрении, адаптации и настройке прикладных ИС (ПК-13);
- способен принимать участие в реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп, презентовать результаты

- проектов и обучать пользователей ИС (ПК-14);
- способен проводить оценку экономических затрат на проекты по информатизации и автоматизации решения прикладных задач (ПК-15);
 - способен оценивать и выбирать современные операционные среды и информационно-коммуникационные технологии для информатизации и автоматизации решения прикладных задач и создания ИС (ПК-16);
 - способен применять методы анализа прикладной области на концептуальном, логическом, математическом и алгоритмическом уровнях (ПК-17);
 - способен анализировать и выбирать методы и средства обеспечения информационной безопасности (ПК-18);
 - способен анализировать рынок программно-технических средств, информационных продуктов и услуг для решения прикладных задач и создания информационных систем (ПК-19);
 - способен выбирать необходимые для организации информационные ресурсы и источники знаний в электронной среде (ПК-20).
- Перечисленная выборка компетенций из ФГОС более всего соотносится с компетенциями, заложенными в профессиональных стандартах:
- Специалист по информационным ресурсам;
 - Системный архитектор,
 - Системный аналитик,
 - Специалист по информационным системам.

В таблице 1 приведено описание направлений деятельности третьего и четвертого квалификационного уровня специалистов по информационным ресурсам, системных аналитиков, системных архитекторов и специалистов по информационным системам согласно соответствующим профессиональным стандартам [3].

Табл. 1. Характеристика деятельности по квалификационным уровням в профессиональных стандартах ИТ-отрасли

Квалификационный уровень	Третий квалификационный уровень	Четвертый квалификационный уровень
Специалист по информационным ресурсам	Обеспечивает проектирование, разработку и реализацию технического решения, осуществляет разработку информационных ресурсов и систем их графического, текстового и динамического представления; разработка	Осуществляет аналитическую работу, проектирование и разработку подсистем, разрабатывает концепции информационного содержания; несет ответственность за обоснование принимаемых и реализуемых решений; осуществляет управление и

	частных заданий по созданию элементов информационного содержания; несет ответственность за принятые решения в рамках выполнения своих должностных обязанностей	контроль за работой группы специалистов; обеспечивает качество выполняемых работ
Системный аналитик	Осуществляет выбор и обоснование методов системного анализа, анализ предметной области; подготовку отчетности, технических заданий, проектной документации; разработку рекомендаций и регламентов по использованию информационных систем; проводит испытания информационных систем; несет ответственность за принятые решения в рамках выполнения своих должностных обязанностей	Осуществляет организацию аналитической работы, выбор методологии и инструментальных средств для формализованного описания предметной области; проводит экспертизу, анализ и моделирование предметной области; осуществляет взаимодействие с заказчиком; подготавливает документацию; несет ответственность за обоснование принимаемых и реализуемых решений; осуществляет управление и контроль за работой
Системный архитектор	Разработка архитектуры, требований и спецификаций на уровне отдельных компонент или небольших приложений; ответственность в пределах рабочего задания; требуется сотрудничество с другими работниками; возложена определенная ответственность и автономность в принятии решений. группы специалистов; обеспечивает качество выполняемых работ	Разработка архитектуры, требований и спецификаций на уровне подсистем больших проектов; взаимодействие с заказчиком по обсуждению проектных решений; возложена определенная ответственность и автономность в принятии решений
Специалист по информационным системам	Выполнение и координация работ по адаптации и сопровождению информационной системы; консультирование пользователей информационной системы; обучение пользователей работе с информационной	Взаимодействие с заказчиком на предмет выяснения первоначальных потребностей, принятие решения о выборе информационной системы и работе по ее кастомизации; управление проектом в части содержания, человеческих ресурсов, расписания, качества,

	<p>системой и участие в разработке методик обучения; координация работ по поддержке аппаратно-программного комплекса, организация работы в группе, ответственность за принятые решения в рамках выполнения своих должностных обязанностей</p>	<p>интеграции, контрактов, рисков, бюджета, коммуникаций; формирование методологий ведения работ и управления проектом; интеграция информационной системы с аппаратно-программными комплексами заказчика, ответственность за обоснование принимаемых и реализуемых решений</p>
--	---	--

Таким образом, окончательное формирование профессиональных компетенций, заложенных ФГОС, на этапе выпуска из бакалавриата, не может быть выше 4 квалификационного уровня. При этом, формируясь в результате обучения, любая компетенция проходит несколько этапов – в рамках изучения дисциплин и прохождения практики на разных курсах, и «приращение качества» любой компетенции происходит как по спектру ее содержания, так и по уровню овладения ею.

Для большинства студентов на выпуске итоговый уровень компетенций может быть соотнесен с третьим квалификационным уровнем. Четвертый уровень может быть достигнут при тщательной проработанности ООП в части формирования опыта практической деятельности и ее реализации, например, на основе стажировок и усиления участия предприятий, а также самостоятельного опыта деятельности в рамках получаемой специальности во время обучения в вузе, так и личных и профессиональных качеств конкретного обучающегося (т.е. спонтанного образования).

Литература

1. Региональная рамка квалификаций: роль и место в системе непрерывного профессионального образования, опыт разработки : монография / И.Г. Овчинникова, Л.В. Курзаева, Б. В. Курчатова. Магнитогорск: МаГУ, 2010. 143 с.
2. Машуркова Н. Профессиональный стандарт и его назначение //Энергия промышленного роста. 2008. №4-5
3. Профессиональные стандарты в области ИТ [Электронный ресурс]. Режим доступа:<http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php>

Нечаев В.В.,

Московский государственный технический университет
радиотехники электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА),
д-р т. н, проф., зав. каф. “Интеллектуальные технологии и системы”

nechaev@mirea.ru

Панченко В.М.,

МГТУ МИРЭА, к.т.н., проф. Кафедры ИТС

pvm36@yandex.ru

Комаров А.И.

МГТУ МИРЭА, асп. кафедры ИТС

komarov-aig@yandex.ru

Методическое обеспечение ИТ-образования в вузе: от технологии подготовки учебных материалов к организации индивидуальной учебной деятельности обучаемого

Аннотация

В докладе описывается структура процесса обучения на базе рациональных и эмпирических комплексов общей теории систем, а также рассматривается организация процессов формирования знаний на основе индивидуализации и методологии управления учебной деятельностью обучаемого в условиях применения информационных технологий.

Введение

В настоящее время в МГТУ МИРЭА осуществляется переход от подготовки инженеров по специальностям на основе выпускающих базовых кафедр к обучению по направлениям (на уровне бакалавров) с последующим узким профилированием до уровня программ магистров. При этом половину ранее планируемой аудиторной нагрузки необходимо перепланировать на самостоятельную работу студента (СРС)

В такой ситуации становится актуальным решение задач формирования междисциплинарного подхода к разработке новых учебных материалов, применение технологии разделяемых единиц контента (ТРЕК), ведение контроля за индивидуальной самостоятельной деятельностью обучаемого средствами технологии программ единичных экспериментов (ТПЕЭ).

Предусматривается подготовка бакалавров по четырёхлетнему жизненному циклу обучения. Определяющим фактором в этом случае становится время, затрачиваемое на подготовку студента. Для сравнения Массачусетский технологический институт (МТИ) за четыре года готовит

специалистов высшей квалификации. Отметим, что в 2012 году МТИ вышел на первое место по рейтингу в списке лучших вузов мира. Актуальным и для МТИ становится вопрос организации дистанционной формы обучения. С начала этого года на первые в истории онлайн-курсы МТИ записались 90 000 человек, в настоящее время МТИ совместно с Гарвардским университетом открывает совместную платформу для онлайн-обучения. Данное направление подразумевает широкое применение компьютерных средств обучения.

Обучение как управляемый процесс.

Понятие «обучение» традиционно определяется как «основной путь получения образования; целенаправленно организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс овладения знаниями, умениями и навыками (ЗУН) под руководством педагогов, наставников и т.д., тесно связано с воспитанием и ведётся в учебных заведениях и в ходе производственной деятельности... ». [1]

На рис. 1 на теоретико-множественном уровне описания дана интерпретация составляющих понятия «образование». Для этого используется диаграмма Эйлера-Венна в случае общего положения множеств, где *A* – обучение; *B* – воспитание; *C* – развитие.

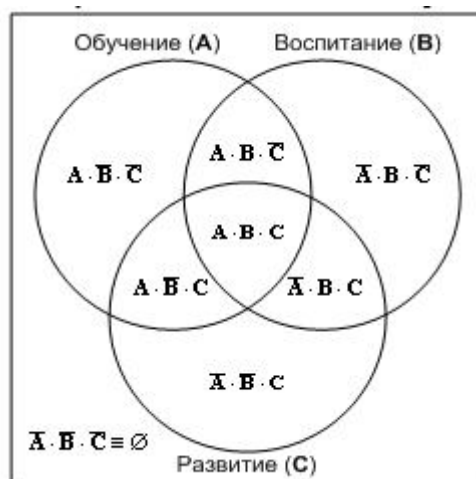


Рис. 1. Интерпретация составляющих понятия образования на уровне теоретико-множественного описания

Таким образом, образование как комплексная система может быть формально представлено в виде общих составляющих системы, т.е.:

$$\overset{\text{опр}}{\Sigma 1} \Leftrightarrow \text{образование} = A + B + C + \emptyset,$$

где $A \cdot B \cdot C$ – взаимно пересекающаяся система множеств, связанная аддитивной операцией (+); для алгебры множеств это операция объединения. На рис. 2 приведена система и структура уровней знания $\Sigma 2$ составляющих понятия «обучение», как управляемого процесса

целенаправленной познавательной деятельности.

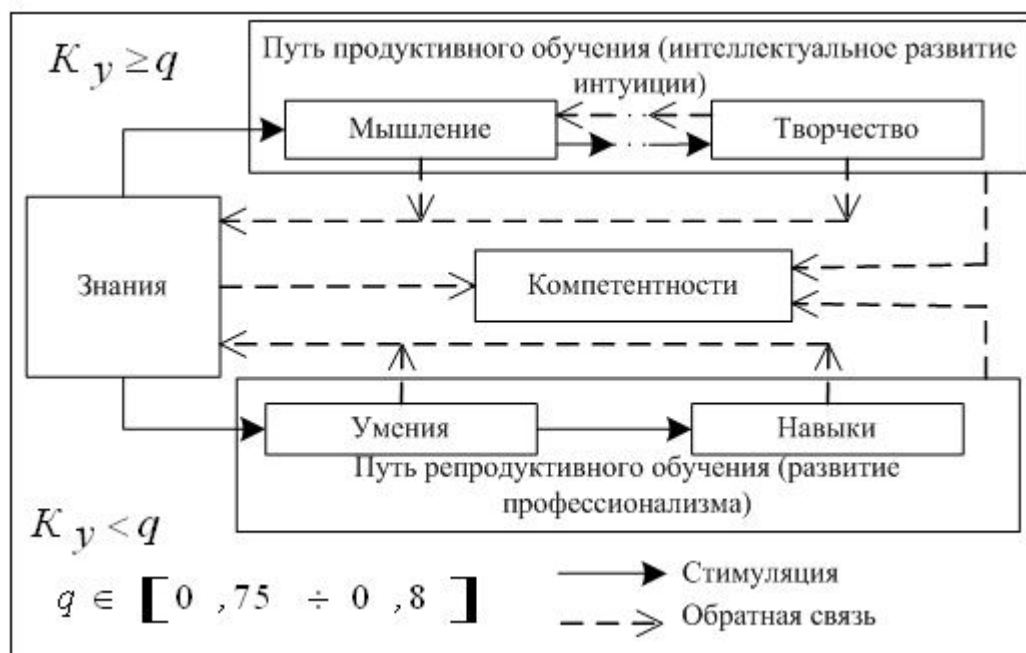


Рис. 2. Структура составляющих понятие обучения

На рис. 2 знаком K_y обозначен коэффициент усвоения знаний. При $K_y > 0,8$ возможен переход от репродуктивной формы обучения к продуктивной и далее к творчеству, а следовательно, и к более высоким уровням оценки компетентности обучаемого.

Основные принципы и направления повышения качества обучения.

На основании аналогий и методических рекомендаций (работы Исследовательского центра проблем качества подготовки специалистов Селезневой Н.А. и Субетто А.И.) выделены существенные признаки мониторинга качества обучения с соответствующими элементами конкретизации характеристик и признаков.

Основные принципы:

- Принципы всеобщего управления качеством определяются качеством жизненного цикла обучения (ЖЦО) в вузе и его составляющих.
- Принцип дуальности организации и управления в обучении. Интерпретируется, например, в форме самотестирования, совмещения процессов изучения и применения моделей.
- Принцип комплексной автоматизации управленческих процессов. Обеспечивается средствами информационно-компьютерных систем поддержки процесса обучения.

Основные направления научных исследований в области проблем обучения связаны с решением задач:

- оценки и анализа динамики обучения на разных этапах и циклах обучения;

- разработки критериев формирования учебных материалов, организации учебного процесса и оценки обучения в целом;
- формирования моделей обучения индивидуума и учебной группы в условиях ДО и систем открытого образования (СОО);
- научно-методического обеспечения и проектирования оценочных средств и технологии аттестации студентов и выпускников;
- создания системы самооценки деятельности обучаемого;
- создания системы поэтапных испытаний и аттестации студентов.

Таким образом, можно утверждать, что проблемы образования служат источником для стимуляции и порождения к исследованию новых задач обучения, но не сводятся к ним.

Межпредметный системообразующий базис.

В [4] приведен перечень 75 вариантов эвристических методов, методик и алгоритмов активизации творческого мышления.

На сегодняшний день структуралистский подход и системогенетический анализ определяют основы междисциплинарного построения диалога и выбора метода для формирования моделей обучения, в частности, на основе методологии рационально-эмпирических комплексов систем (РЭКС), как системно-комплексного и конструктивного направления развития теории систем [5,6,7].

Системология структуралистского подхода к анализу предметных областей знаний и деятельности, по меткому выражению Дж. Клира [5] , создаёт «второе» (междисциплинарное) средство измерения накопленного опыта и знаний, определяет эффективный механизм, связанный с проблемой упорядочения, интеграции и сжатия информационного многопредметного многообразия и интерпретации знаний. Для эмпирических систем общая архитектура структурного проектирования рассмотрена и исследована Дж. Клиром [5]. Для рациональных систем подобные структуры рассмотрены А.И. Кухтенко [7].

Взаимодополняемость систем рационального и эмпирического типа порождает качественно новые системные свойства, и, следовательно, определяет новые возможности идентификации по отношению к понятию качества, как набору признаков и отличительных свойств, идентифицирующих системы рационально-эмпирических моделей объекта наблюдений.

Составляющие рационально-эмпирических комплексов систем (РЭКС) являются одной из композиций для порождения моделей объектов наблюдений на базе структуралистского направления системологии [5,7,8,9].

Таким образом, в основы методологии наблюдений и исследования, изучения объекта и формирования материалов обучения могут быть положены принципы и подходы теории и практики развития системологии,

системогенетики и теории циклов.

Блоки системных задач

В качестве методологического метабазиса построения моделей объектов мониторинга на основе структуралистского конструктивного направления развития общей теории систем и системологии предлагается использовать структуру, представленную на рис. 2. Логика работы по схеме связана с определенными уровнями предметно-содержательной конкретизации абстракций рациональных и эмпирических комплексов и систем. Обратимся к рис. 3. Входной поток информации на объект (субъект) обучения поступает из блока 1, условно названного «Задачи планирования и проведения мониторинга качества обучения», например в объемах, предусмотренных планами единичных экспериментов.

Под единичным понимается эксперимент, проводимый по согласованной программе испытаний.

В цикле из блоков 1, 4, 7 преподаватель (Б) имеет возможность строить $M_{\delta}[T_{\delta}/B]$ – модели дисциплины и деятельности обучаемых.

Наблюдатель имеет возможность воспользоваться блоком 5 для идентификации реакции обучаемых и их формализации в виде моделей, характеризующих деятельность объекта обучения на уровне комплексов: (J; Y1) – исходная система и ее описание на знаково-лингвистическом уровне; (D; Y2) – система данных и ее представление на теоретико-множественном уровне классификации и распознавании данных; (F; Y3; Y4) – построить порождающие системы (F) средствами логико-алгебраических уровней описания систем.

Через блок 3 реализуется система обратных связей при построении моделей $\{M[T/B]\}$ как для входных потоков – объектов наблюдения со стороны стимулов, так и для потоков реакции на стимулы объекта мониторинга.

Блок 6 связан с проведением системно-комплексного анализа по всей цепочке идентификации объекта наблюдений и, по возможности, представление объекта в виде формализованной системы реляционного, алгебраического или смешанного типа.

Блок 7 предназначен для «напоминания» о необходимости вносить коррекцию в модели при изменении планов «единичных экспериментов».

Блок 8 предполагает проведение топологического анализа пространственно-подобных и время-подобных отношений, формируемых моделей наблюдения.

Ретроспективная, текущая и экспертная информация

Необходимо учитывать новые возможности современных средств вычислительной техники для совершенствования методического сопровождения при организации учебного процесса на основе ретроспективных, текущих и экспертных данных обучаемого. Возможности вести специальные базы данных (БД) и базы знаний (БЗ) для постановки и решения новых задач двойственной кластеризации учебных модулей по

времени их по освоению материала.: формирование кластеров обучаемых по выделенным кластерам учебных модулей на основе возможностей факторного анализа [11]. В этом случае решается система новых задач косвенного анализа параметров учебного процесса.



Рис. 3. Концептуальная структура поддержки процесса формирования $M[B/B]$ на метабазе РЭКС

«Модуль» – как единица учебной деятельности, многофакторный объект наблюдений

Модуль представляется как система, которая может содержать однородные комплексные формы представления семантической информации [12]: текстовую (t - форма), аудиальную (S – форма: речь, звуки), визуальную (g – форма: мимика, жесты, пластика), графическую изобразительную (C – форма: рисунки, таблицы, фотографии).

Аналогом формального описания модуля может служить комплексный кортеж, элементами которого выступают символы алфавита $\{t; S; g; C\}$. Если формальное описание модуля сравнивалось с обычным предложением из слов, то получается формальное предложение, ассоциативно разделяемое скобками, в которых выделяются подмножества кортежей – слов из заданного алфавита из множества однородных форм. Например, структура модуля M :

$$StrM \Leftrightarrow (t; C; (S; C; t); g; t; (t; t; t)...) , \quad (1)$$

где кортеж (1) определяет последовательность информации в виде: (текст; графика; (речь, таблица, текст); визуализация; снова текст; (текст; текст; текст)...). Здесь $StrM$ (структура модуля) определяет заданной последовательностью модель представления информационного потока, воздействующего на обучаемого в реальном времени контакта (1), которое в свою очередь определяется затратами на освоение материала конкретным обучаемым.

Для различных видов программируемой деятельности, организованной по технологии ТРЕК [13], схему процессов в системе «модуль – обучаемый» можно представить в виде рис.4.

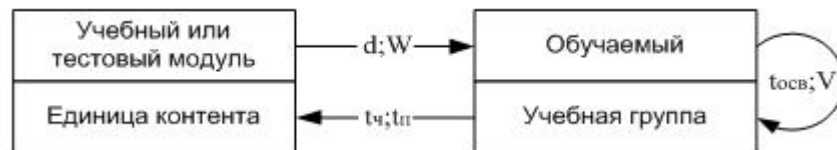


Рис. 4. Параметры и переменные системы наблюдений типа «модуль - обучаемый»

На рис.4 имеем:

$d \in D$ – класс задаваемых действий обучаемому, определяющих его деятельность с элементами модуля «»;

W – объёмы предъявляемой в элементах информации (текстов, графиков, мультимедийных компонент...);

$t_c, t_n, t_{осв}$ – оценки затрат времени на выполнение заданной деятельности, на чтение t_c , на переписывание (возможно печатание) заданных фрагментов t_n , на процессы обдумывания и осознания семантической информации $t_{осв}$;

V – объём составляемого конспекта (вторичный документ); $V = 0,2 W$

T – общие затраты на процесс: $T = t_c + t_n + t_{осв}$, т.е. на чтение, запись и осознание (освоение) семантики контента « M ».

Из исследований по инженерной психологии известно: скорость чтения $a = \frac{W}{t} \in (15 \div 40 \text{ букв/сек})$ скорость письма $b = \frac{V}{t} \in (1,5 \div 4,0 \text{ букв/сек})$, $b \approx 0,1 a$.

Указанные значения позволяют говорить о значительном различии обучаемых даже по простейшим видам деятельности.

Различение модулей по структурным факторам в общем случае приводит задачу распознавания к задаче межмодульного сравнения по затратам времени освоения материала, т.е. к поиску математических факторов, непосредственно не связанных с интерпретацией семантики составляющих модуль элементарных частей.

Для формирования организованного обучения в условиях нечеткой разделимости факторов, влияющих на время, затрачиваемое обучаемым, представляется необходимым применение технологии разделяемых единиц контента (ТРЕК) и формирование соответствующих ТРЕК программ единичных экспериментов (ПЕЭ).

Оценивание деятельности обучаемых должно проводиться с помощью средств регрессионного и корреляционного анализа, а также средств статистической теории распознавания классов для двух направлений исследований

- по типам модулей и по отношению их к классам обучаемых;
- по классам обучаемых и по отношению их к типам модулей.

В качестве примера на рис. 5 приведены результаты распределения скорости по потоку «чтение» для 6 студентов и 21-го информационного модуля. По данному рисунку видно наличие нескольких классов обучаемых по признаку скорости потока «чтение».

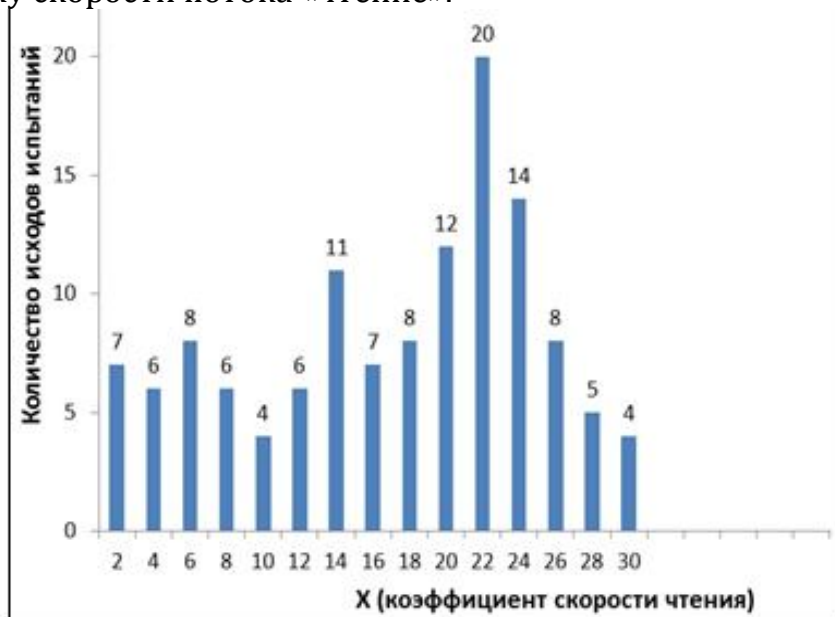


Рис. 5. Распределение скорости потока «чтение» для группы студентов

Заключение

В работе выделены существенные факторы, связанные с методическим обеспечением при конкретизации обучения в условиях индивидуализации и компьютеризации учебной деятельности обучаемого.

Рассмотрены технологии комплекса ТРЕК (разделяемых единиц контента) и ТПЕЭ (технология программ единичных экспериментов), а также методология РЭКС (рациональных и эмпирических комплексов систем), как межпредметного системообразующего и технического базиса организации процесса обучения.

Предложена идентификация объекта наблюдений (модулей и обучаемых) для системы управления на основе прогнозности ретроспективных данных, исходя из интуитивно очевидной гипотетической связи оценки деятельности (трудозатрат) и оценки подготовленности обучаемого к восприятию нового материала на базе сформированных на момент наблюдения компетенций, сложившихся по результатам прошлого опыта: изучения предметов, предусмотренных

учебным планом.

Планируется дальнейшее развитие описанной модели и применение ее для решения практических учебных задач. Дальнейший систематический сбор и анализ временных рядов данных (БД) по различным видам деятельности обучаемых и данных по учебным модулям (БЗ) представляет, с точки зрения авторов, практический интерес. Создаются предпосылки для решения новых задач и реализации возможностей организации управляемой индивидуальной учебной деятельностью обучаемого. Условия для формирования адаптивного обучения на основе анализа ретроспективной (предыстория), текущей (история) и экспертной информации.

Литература

1. Советский энциклопедический словарь / Гл. редакция А. М. Прохоров. М.: Сов. Энциклопедия, 1987. 1600 с.
2. Пфанцагель И. Теория измерений / Пер. с англ. М.: Мир, 1976. 248 с.
3. Беспалько В.П. образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). М.: Изд-во МПСИ; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2002. 352 с.
4. Креативная педагогика: методология, теория практика / Под. ред. Круглова Ю.Г. М.: МГОПУ им. М.А.Шолохова, изд.центр «Альфа», 2002. 240 с.
5. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и Связь, 1990. 540с.
6. Кузин Л.Т. Основы кибернетики : В 2-х т.; т. 2 . Основы кибернетических моделей: учебное пособие для вузов. М.: Энергия, 1979,1991. 584 с.
7. Кухтенко А.И. Систем общая теория / Энциклопедия кибернетики. Том 2. Киев: Главная редакция УСЭ, 1974. 335-339с.
8. Бусленко Н.П. и др. Лекции по теории сложных систем. М.: Советское радио, 1973. 440 с.
9. Панченко В. М. Теория систем. Методологические основы: учебное пособие. М.: 2005. 96 с.
10. Нечаев В.В., Панченко В.М., Комаров А.И. Дидактическая формализация современных обучающих систем: особенности и модели // Открытое образование, 2010 г. №6.
11. Иберла К. Факторный анализ. Пер. с нем. В. М. Ивановой; Предисловие А. М. Дуброва. М.: Статистика, 1980. 398 стр.
12. Соломатин Н.М. Информационные семантические системы. М.: Высшая школа, 1989. 127 с.
13. Норенков И.П., Зимин А.М. Информационные технологии в образовании. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 352 с.
14. Панченко В.М., Комаров А.И., Антропов В.А. Роль систематики в определении задач общей теории систем // Материалы VIII международной научно-практической конференции «Дни-науки 2012». Раздел 23. Педагогика: Прага. Образование и наука. С. 22-27

Опыт модульного проектирования профессиональных образовательных программ подготовки техников-программистов в соответствии с ФГОС СПО

Введение

Модульные программы, основанные на компетенциях, удовлетворяют основным принципам, обеспечивающим эффективность функционирования системы профессионального образования в современных условиях [1]:

- ориентированность на спрос со стороны рынка труда;
- гибкость, т.е. наличие возможности реагировать на те изменения в сфере труда, которые касаются как технологий, так и организации труда. В условиях информационного общества жизненный цикл профессий и специальностей резко сокращается: одни устаревают и выбывают с рынка труда, другие появляются под влиянием развития технологий. Одновременно сокращается жизненный цикл постоянно обновляющихся и совершенствующихся знаний и умений, а следовательно, – и жизненный цикл профессиональных образовательных программ;
- прозрачность, т.е. реализуемые системой среднего профессионального образования (далее – СПО) образовательные программы должны быть понятны для всех участников образовательного процесса: преподавателей и работодателей (как социальных партнеров), студентов и их родителей. Прозрачность означает, что программы обучения следует ориентировать на освоение компетенций, как цели и результата обучения. В этом случае работодатели смогут активно участвовать в их развитии, а студенты будут четко представлять, что они будут уметь и что смогут предложить работодателям.

Преимущество технологии модульного обучения, основанного на компетенциях, заключается, прежде всего, в конкретном описании результатов обучения, а весь образовательный процесс направлен на достижение и оценку четко сформулированных ожидаемых результатов обучения. В модульной технологии особое значение придается процедурам оценки, которые позволяют установить достижение заявленных результатов обучения [1].

В данной статье приводятся результаты исследования, выполняемого в рамках государственного задания высшим учебным заведениям на 2012

год (10.205.2011 «Разработка научно-методических основ модульного построения компетентностно-ориентированных образовательных программ на основе ФГОС ВПО и СПО»).

1. Методические аспекты описания трудовой деятельности по профессии

В данном исследовании осуществляется модульное проектирование профессионального цикла основной профессиональной образовательной программы специальности СПО 230115 Программирование в компьютерных системах. Идея проекта состояла в том, чтобы разработать методику проектирования модульных программ (в части профессионального цикла) на примере специальности, отвечающей таким критериям как востребованность, перспективность, существенная инвариантность относительно отраслей народного хозяйства (не моноотраслевая по сфере применения), наличие преемственности в вузе (возможность реализации сокращенных основных образовательных программ ВПО), наличие опыта подготовки данных кадров в рамках университетского комплекса.

Основу данного подхода составила методология функционального анализа, который представляет собой структурированное описание трудовой деятельности в рамках конкретной профессии, включающее в себя указание основной цели профессиональной деятельности по данной профессии/специальности (предназначение области профессиональной деятельности/специальности); описание видов трудовой деятельности, необходимых для выполнения в данной области профессиональной деятельности; перечисление трудовых функций, входящих в каждый вид трудовой деятельности [1]. Учитывая, что данная специальность введена только во ФГОС СПО и университетский колледж по ней пока не имеет выпуска студентов, то обследование предметной деятельности выпускников проводилось для специальности 230105 Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем (ГОС ВПО), которая, практически, идентична исследуемой специальности. На рисунке 1 представлены результаты регионального трудоустройства выпускников 2008-2011 годов специальности 230105.

Наибольшее количество выпускников были трудоустроены на должности техника-программиста и техника. Их доля стабильна и составляет в среднем 22% и 12%, соответственно. С развитием информационных технологий в Оренбургской области отмечаются следующие тенденции в исследуемых процессах – появление новых востребованных специальностей (системный администратор, Web-программист, Web-дизайнер), разнообразие и усложнение трудовых функций специалистов со средним профессиональным образованием, стабильный интерес к продолжению профессионального образования.

Отраслевая востребованность данных IT-специалистов выглядит следующим образом: экономика – около 30 %, медицина – в среднем 20 %,

энергетика, машиностроение, образование – в среднем около 12% - 14% по каждой из этих отраслей в зависимости от года выпуска.

Следующим этапом исследования стало выявление видов трудовой деятельности выпускников. Здесь принимали участие руководители и сотрудники организаций, в которых по окончании колледжа трудоустраиваются выпускники.

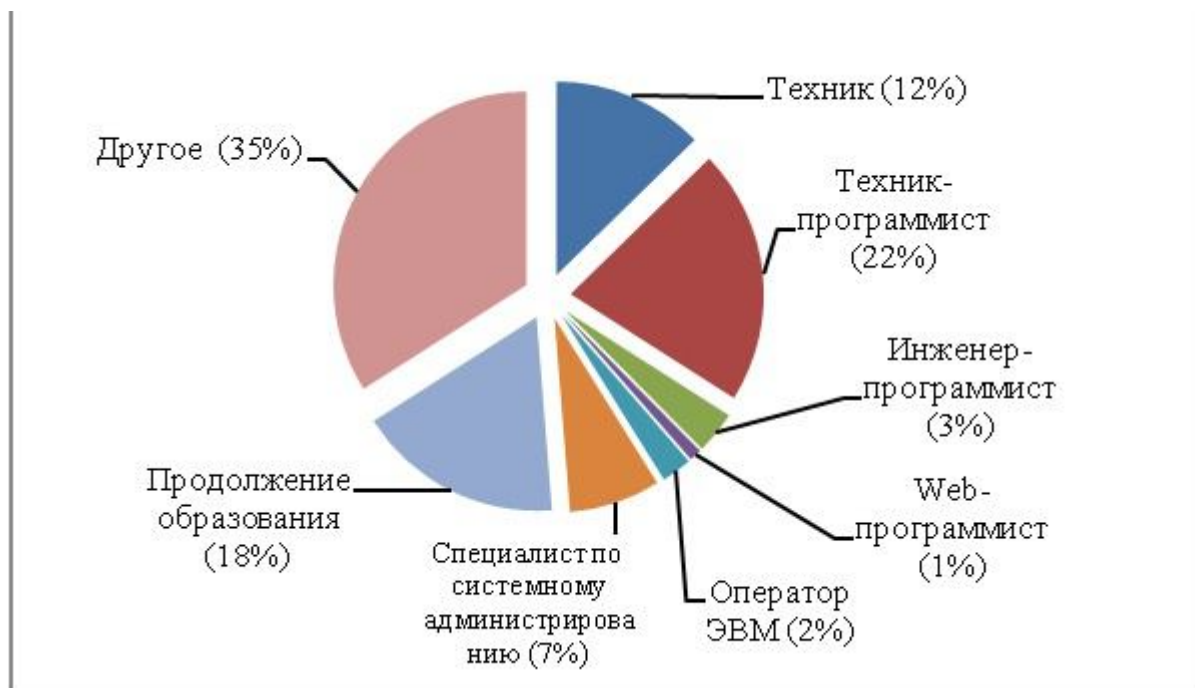


Рис. 1. Показатель трудоустройства выпускников специальности 230105 Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем колледжа электроники и бизнеса ОГУ в среднем за 2008-2010 годы

Были проанализированы занимаемые выпускниками должности, выполняемые функции и должностные инструкции. Анализ последних показал, что должностные обязанности по таким профессиям, как техник-программист, техник, специалист по системному администрированию, практически совпадают с требованиями Единого тарифно-квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕТКС). В связи с этим было осуществлено сопоставление требований ЕТКС с профессиональными стандартами в области информационных технологий (первый квалификационный уровень всех профессий) [2], а также сопоставление требований ЕТКС с профессиональными компетенциями ФГОС СПО по специальности 230115 [3]. Сопоставление осуществлялось на основе разработки матриц соответствия.

Было установлено, что профессиональные стандарты в области информационных технологий для первого квалификационного уровня всех профессий и профессиональные компетенции ФГОС СПО по исследуемой

специальности существенно шире, чем требования ЕКТС. В связи с этим требования ЕКТС из дальнейшего рассмотрения были исключены как недостаточно информативные и неполно отражающие реальные потребности рынка труда.

Определение видов трудовой деятельности и трудовых функций проводилось в ходе бесед с работодателями и опросов работающих выпускников с привлечением специально сформированной группы методистов и преподавателей, читающих специальные дисциплины. В результате был разработан предварительный вариант функциональной карты техника-программиста по специальности 230115 Программирование в компьютерных системах, который далее детализировался и корректировался. В окончательном варианте функциональной карты цель подготовки техника-программиста определена как «эффективно участвовать в процессах разработки, сопровождения и эксплуатации программного обеспечения (ПО) компьютерных систем в качестве исполнители». Выделено 5 видов трудовой деятельности:

- участвовать в анализе и разработке требований к ПО, осуществлять разработку модулей ПО для компьютерных систем согласно спецификациям;
- принимать участие в разработке ПО компьютерных систем;
- участвовать в администрировании и в сопровождении ПО компьютерных систем (без обязанностей внесения изменений в программный продукт);
- осуществлять проектирование, разработку, внедрение и сопровождение баз данных и небольших программных приложений;
- выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих (оператор ЭВМ, специалист по сбору и ремонту оргтехники).

В каждом виде трудовой деятельности выделены трудовые функции (от двух до четырех функций), которые приведены в таблице 1.

Табл. 1. Обобщенные результаты анкетирования

<i>Вид трудовой деятельности</i>	<i>Трудовая функция</i>	<i>Степень востребованности</i>
А Участвовать в анализе и разработке требований к ПО, осуществлять разработку модулей ПО для компьютерных систем согласно специфики отрасли	А1 Участвовать в анализе и разработке различных требований к программному продукту, в создании сценариев использования программного продукта	Средний уровень
	А2 Осуществлять программирование модуля на основе готовых спецификаций	Высокий уровень
	А3 Осуществлять тестирование и документирование созданных модулей	Средний уровень

В Принимать участие в разработке ПО компьютерных систем	В1 Участвовать в интеграции программных компонент в единое целое	Высокий уровень
	В2 Участвовать в анализе и оптимизации кода с использованием инструментальных средств для повышения качества программного продукта	Высокий уровень
	В3 Участвовать в разработке тестовых наборов и тестовых процедур	Средний уровень
	В4 Участвовать в измерении характеристик программного продукта	Средний уровень
С Участвовать в администрировании и в сопровождении ПО компьютерных систем (без обязанностей внесения изменений в программный продукт)	С1 Разрабатывать и вести проектную и техническую документацию по порученным задачам	Средний уровень
	С2 Участвовать в администрировании программного обеспечения	Высокий уровень
Д Осуществлять проектирование, разработку, внедрение и сопровождение небольших БД и программных приложений	Д1 Выполнять анализ предметной области и выработать требования к БД и программным приложениям	Высокий уровень
	Д2 Реализовывать БД и программные приложения	Высокий уровень
	Д3 Выполнять тестирование и документирование БД и программных приложений	Средний уровень
	Д4 Осуществлять внедрение и сопровождение БД и программных приложений	Средний уровень
Е Выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих	Е1 Освоить профессию оператор ЭВМ	Высокий уровень
	Е2 Освоить профессию специалиста по сбору и ремонту оргтехники	Высокий уровень

В функциональной карте выделены также пять групп требований социально-личностного характера:

- планировать и организовывать собственную работу; уметь работать в команде;
- организовывать самообучение и повышение своей квалификации;
- осваивать новые методы и технологии в области компьютерных систем;
- осуществлять профессиональную коммуникацию;

- соблюдать принципы корпоративной культуры.

Детализация функциональной карты включала описание трудовых функций через систему профессиональных умений («уметь:») и систему профессиональных знаний («знать:»). Умения формулировались специально созданной группой преподавателей в тесном сотрудничестве с работодателями. Когнитивный компонент формулировался преподавателями колледжа. В результате было получено достаточно полное структурированное описание трудовой деятельности выпускника по специальности 230115 Программирование в компьютерных системах, включающее в себя основную цель подготовки, виды трудовой деятельности, трудовые функции в каждом виде трудовой деятельности, систему профессиональных умений и знаний по каждой трудовой функции.

Корректировка функциональной карты осуществлялась на основе следующих мероприятий:

- сопоставления трудовых функций техника-программиста (детализированный вариант) с требованиями профессиональных стандартов в области информационных технологий [2];
- сопоставления трудовых функций техника-программиста и профессиональных компетенций ФГОС СПО по специальности 230115 Программирование в компьютерных системах [3] на основе матрицы соответствия;
- экспертная оценка расширенной функциональной карты представителями работодателей и работающих выпускников на основе анкетирования.

Результаты сопоставлений позволили констатировать, что выполнение требований, приведенных в функциональной карте, с одной стороны, гарантирует соблюдение профессиональных стандартов в области информационных технологий [2], с другой стороны, позволяет сформировать профессиональные компетенции, заявленные во ФГОС СПО, причем в расширенном варианте.

Следует отметить, что каждой трудовой функции соответствует от одной до трех профессиональных компетенций, причем однозначное соответствие «трудовая функция – профессиональная компетенция» установлено для 7 из 15 трудовых функций. Анализ содержания компетенций показал, что если трудовой функции соответствует группа компетенций, то эти компетенции являются родственными и можно сформулировать на их основе обобщенную (более широкую) компетенцию.

Обобщенные результаты экспертной оценки функциональной карты представителями работодателей и работающих выпускников представлены в таблице 1. Их анализ показывает, что степень востребованности выявленных трудовых функций техника-программиста достаточно высока (средний или высокий уровень по оценкам работодателей и работающих выпускников).

2. Проектирование структуры и содержания профессиональных модулей

Анализ имеющихся практик реализации модульного обучения в российской и европейской образовательных системах позволяет констатировать, что нет единой трактовки модуля. Так под модулем понимается:

- часть дисциплины (дидактическая единица, раздел, глава, тема и т.д.), изучение которой заканчивается определенным видом контроля;
- учебная дисциплина;
- курс, рассчитанный на несколько семестров;
- группа родственных дисциплин (на основе межпредметных связей);
- совокупность всех видов учебной работы, направленных на формирование определенной компетенции или группы родственных компетенций [4].

При проведении исследования мы придерживались последнего подхода. Обращаем внимание, что в структуре ФГОС СПО [3] уже заложена некоторая модульность (без указания принципов выделения модулей). Так, в ФГОС СПО по специальности 230115 профессиональный цикл состоит из общепрофессиональных дисциплин и четырех модулей. Анализ их кратких аннотаций («в результате изучения обучающийся должен:») показывает, что они ориентированы на представленные в стандарте виды деятельности. Учитывая данный аспект, будем профессиональные модули ориентировать на выявленные виды трудовой деятельности, а каждый мини-модуль – на освоение определенной трудовой функции.

Таким образом, в рамках нашего проекта под профессиональным модулем будем понимать самостоятельную законченную часть основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), обеспечивающую подготовку студента к определенному виду трудовой деятельности и имеющую интегрированный компетентностный результат (группу сформированных компетенций). В связи с этим каждый профессиональный модуль рекомендуется заканчивать производственной практикой и квалификационным экзаменом. Структурно профессиональный модуль состоит из мини-модулей и практик (рисунок 2).

Мини-модуль представляет собой законченную часть образовательной программы, включающую совокупность дисциплин, междисциплинарных курсов, практик, обеспечивающих формирование готовности студента к выполнению определенной трудовой функции, и оцениваемую комплексно. Дисциплины и междисциплинарные курсы, входящие в мини-модуль, могут быть как профессиональными, так и общепрофессиональными. Не исключается присутствие и дисциплин других циклов. Практика (как правило, она является учебной) входит в мини-модуль только в том случае, если она направлена на закрепление определенной трудовой функции, в противном случае практику следует

относить к профессиональному модулю в целом.

В общем виде профессиональный цикл (рисунок 2) включает в себя совокупность профессиональных модулей и блок поддерживающих общеобразовательных дисциплин (ПОД). Для исследуемой специальности данный блок ПОД содержит экономико-правовые дисциплины и курс «Безопасность жизнедеятельности».

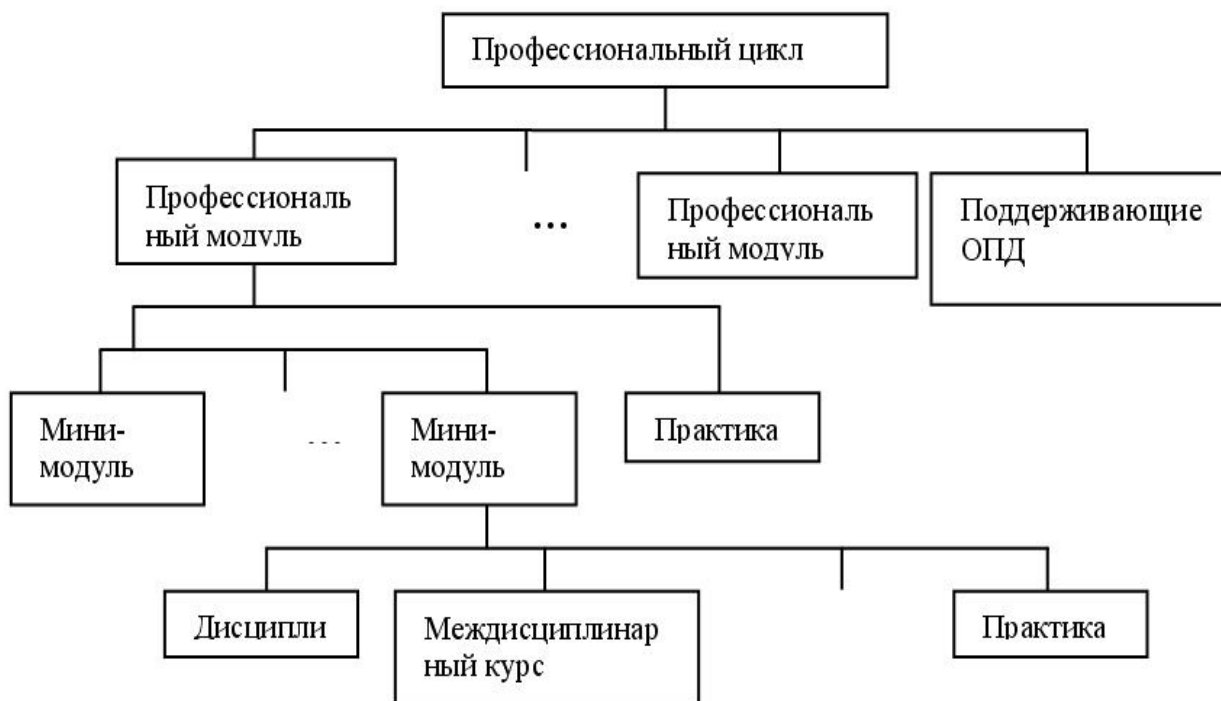


Рис. 2. Структура профессионального цикла

Содержание каждого мини-модуля, представленное внешне в виде перечня дисциплин, междисциплинарных курсов и практик, определялось по следующему алгоритму:

- для каждой дисциплины и курса, включение которых планировалось в учебный план, разрабатывался паспорт. Паспорт дисциплины (междисциплинарного курса) представлялся в табличной форме и содержал название дисциплины и результаты обучения в форме «уметь», «знать»;
- результаты обучения по дисциплине сопоставлялись с ожидаемыми результатами освоения мини-модуля, что и давало основание для включения или не включения данной дисциплины в модуль.

Данные, полученные при указанном сопоставлении, также использовались для корректировки содержания (дидактических единиц) включаемой дисциплины.

На сегодняшний день разработан проект учебного плана, в котором профессиональный цикл представлен в модульном формате. Каждый мини-модуль осваивается в течение одного или двух семестров. Практикоориентированность данного учебного плана составляет 65%.

Для каждого мини-модуля разрабатывается спецификация, включающая в себя:

- название мини-модуля;
- цель мини-модуля, которая согласуется с трудовой функцией, учитывает компетенции ФГОС СПО и является обобщенной компетенцией;
- задачи мини-модуля (задач не следует выделять много, например, до 5 задач);
- требования к входным результатам обучающегося («уметь», «знать»);
- количество часов;
- ожидаемые результаты освоения мини-модуля («уметь», «знать», «приобрести опыт деятельности»);
- механизм оценки достижения запланированных результатов освоения мини-модуля (результат, критерии его достижения, формы и методы оценивания).

Наличие спецификаций мини-модулей делает ОПОП прозрачной, понятной для всех участников образовательного процесса.

Литература

1. Олейникова О.Н., Муравьева А.А., Коновалова Ю.В., Сартакова Е.В., Модульные технологии: проектирование и разработка образовательных программ: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, Альфа-М, 2010. 256 с.

2. Профессиональные стандарты в области информационных технологий. М.: АП КИТ, 2008. 616 с.

3. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 230115 Программирование в компьютерных системах: приказ Минобрнауки России от 23.06.2010 г., № 696 [Электронный ресурс].

4. Богословский В.А., Караваева Е.В., Ковтун Е.Н. и др. Переход российских вузов на уровневую систему подготовки кадров в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами: нормативно-методические аспекты. М.: Университетская книга, 2010. 248 с.

Подбельский В.В.,

НИУ ВШЭ, профессор
vpodbelskiy@hse.ru

Максименкова О.В.

НИУ ВШЭ, старший преподаватель
omaksimenkova@hse.ru

Особенности формулировок тестовых заданий по программированию

Аннотация

В работе рассматривается применение общих рекомендаций по работе над формулировками тестовых заданий в контексте дисциплины «Программирование». Приводятся примеры некорректных заданий и варианты их исправления. Формулируются дополнительные рекомендации для тестовых заданий, связанных с программированием.

Введение

Применение тестов для контроля знаний по различным предметным областям требует от преподавателя работы не только по созданию новых, но и по изменению уже существующих тестовых заданий. Необходимость модификации формулировок готовых тестовых заданий возникает в случаях, когда, например, задание обладает низкими показателями качества. Для оценки качества тестовых заданий вычисляют такие числовые характеристики как индекс (коэффициент) дискриминативности и коэффициент трудности (решаемости) тестового задания.

При дихотомической оценке тестовых заданий (за решенное задание начисляется 1 балл, а за нерешенное 0 баллов) в соответствии со статистическими методами классической теории тестирования коэффициент трудности вычисляется как доля испытуемых, справившихся с тестовым заданием:

$$k = \frac{n}{N},$$

где n – количество испытуемых верно решивших задание, N – общее количество испытуемых. Традиционно задания с коэффициентом не превосходящим 0,2 относят к трудным, а задания с коэффициентом не меньшим 0,8 – к легким.

На основе метода контрастных групп коэффициент дискриминативности тестового задания вычисляется по формуле:

$$D = \frac{n_b}{N_b} - \frac{n_w}{N_w},$$

n_b – количество испытуемых в группе лучших, набравших 1 балл за

задание;

n_w – количество испытуемых в группе худших, набравших 1 балл за задание;

N_b – общее количество испытуемых в группе лучших;

N_w – общее количество испытуемых в группе худших;

Принято подвергать пересмотру и отбраковке задания, имеющие показатель дискриминативности меньший 0,3.

Говоря о структуре тестовых заданий, будем придерживаться следующей терминологии:

- стем – содержательная постановка задачи;
- опции – варианты ответов на тестовое задание;
- ключ – правильный ответ на тестовое задание;
- дистрактор – неправильный ответ на тестовое задание.

В российской и зарубежной литературе встречаются рекомендации по составлению и исправлению содержания тестовых заданий, которые можно обобщить следующим образом [1, 2, 7, 11, 8]:

- в тексте задания должна отсутствовать двусмысленность и неясность формулировок;
- следует избегать слов-подсказок и общих грамматических подсказок, таких как род, число или падеж, позволяющих «вычислить» верный ответ;
- стем (основная часть) задания должен быть сформулирован в утвердительной форме;
- предложения, составляющие стем, следует формулировать максимально полно, оставляя в ответах и дистракторах как можно меньше слов;
- желательно избегать частично верных дистракторов;
- дистракторы должны быть разумны, правдоподобны и привлекательны для испытуемых;
- варианты ответов, выраженные числами, следует упорядочивать по убыванию или возрастанию;
- варианты ответов, выраженные словами, следует упорядочивать по алфавиту;
- желательно избегать повторяющихся слов в начале ответов и дистракторов, повторения должны быть вынесены в стем;
- и др.

Кроме того, при составлении тестовых заданий необходимо учитывать такие индивидуальные особенности студентов, как, например, слабое зрение или отсутствие определенных навыков [11].

О тестовых заданиях по программированию

Несмотря на то, что эти рекомендации являются достаточно общими, в публикациях [1, 4, 8] они сопровождаются, в основном, примерами тестовых заданий по гуманитарным и естественнонаучным дисциплинам.

Отдельные источники [7] опираются на абстрактные и искусственные примеры заданий. Разбор заданий, связанных с программированием, встречается редко и соотносится, преимущественно, с процедурными учебными языками программирования (школьный алгоритмический, Бейсик и Паскаль).

В высших учебных заведениях в дисциплинах, связанных с объектно-ориентированным программированием, в качестве учебных используются современные языки программирования (C#, C++, Java) и интегрированные среды разработки (MS Visual Studio, NetBeans IDE и проч). Нарушение перечисленных выше рекомендаций для тестовых заданий по таким дисциплинам редко анализируются в публикациях и не всегда очевидно.



Рисунок 1

В данной работе рассмотрены особенности некорректных тестовых заданий, ориентированных на язык программирования C#. Задания с низкими показателями качества отобраны из тестов промежуточного контроля по дисциплине «Программирование», преподающейся на первом курсе бакалавриата Отделения программной инженерии Национального исследовательского университета Высшая школа экономики. Более подробно о форме и содержании тестов и их результатах написано в работах [3, 9, 10]. Отметим, что указанные тесты в целом имеют удовлетворительные показатели надежности и валидности [10]. То, что появление некачественных заданий в этих тестах является достаточно редким событием, видно из рисунков 1 и 2, демонстрирующих количество испытуемых, решивших отдельные задания некоторых конкретных тестирований. Исходя из приведенных на рисунках гистограмм, можно обратить внимание на задания с номерами 17 (один верный ответ) и 25 (два верных ответа), на рис.1 и задание 29 на рис.2.

Покажем на конкретных примерах как могут быть сформулированы такие «провальные» задания и каким образом можно их модифицировать с целью повышения их качества. Еще раз подчеркиваем, что работа посвящена заданиям по дисциплине «Программирование».

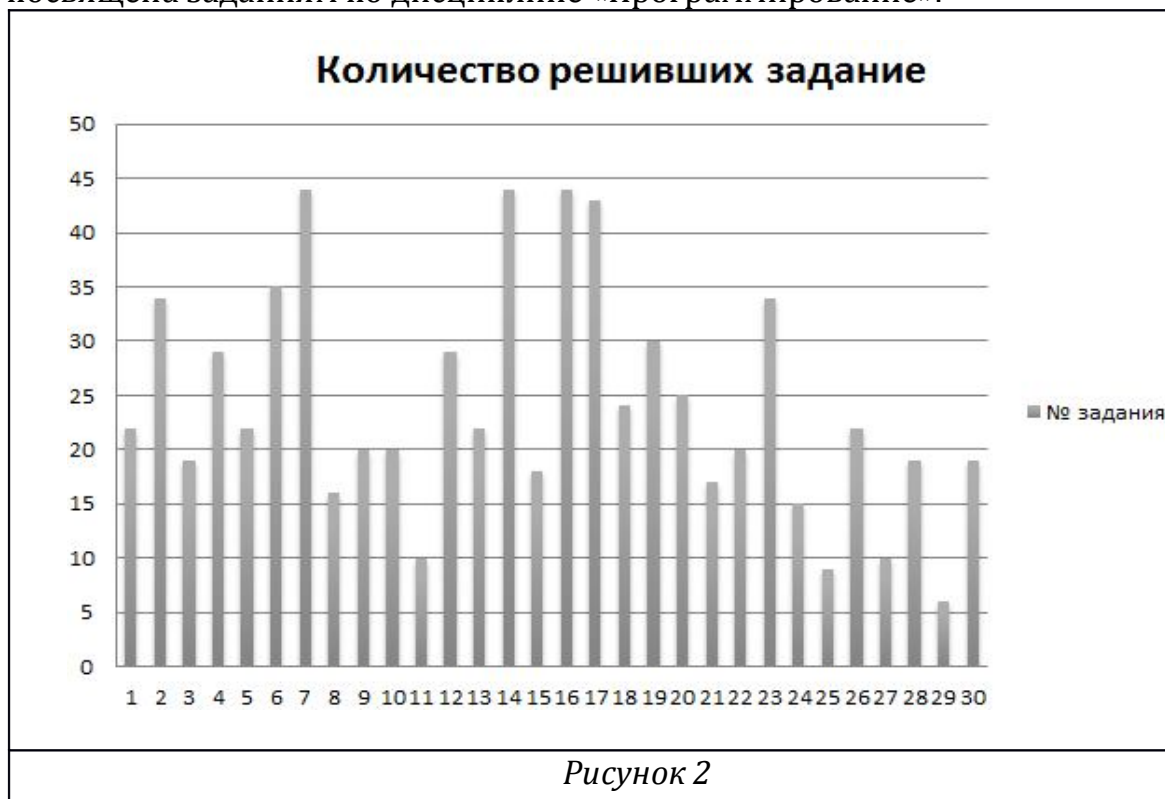


Рисунок 2

Исправление некорректных тестовых заданий проведем на основе перечисленных выше рекомендаций.

Примеры модификации заданий

Задание 1 закрытого типа с несколькими верными ответами

Верно ли, что:

- + 1) При объявлении локальной переменной её тип может определяться типом инициализирующего значения.
- 2) Локальная переменная, объявленная во вложенном блоке, может иметь то же имя, что и переменные охватывающего блока.
- 3) Локальная переменная, объявленная во вложенном блоке, доступна во всех операторах охватывающего блока.
- 4) Локальная переменная, объявленная во вложенном блоке, доступна в операторах охватывающего блока, размещенных вслед за вложенным блоком.
- + 5) Локальная переменная доступна для всех операторов вложенных блоков.

Здесь и далее верные варианты ответов тестового задания отмечены знаком «+».

Существует несколько способов повышения качества приведенного задания.

Вопросительная формулировка стема неявно подразумевает ответы «верно»/«не верно», что соответствует форме задания с двумя ответами.

Первый способ. Создание пяти заданий с двумя ответами с переформулированным в утверждение стемом. Варианты заданий:

Верно, что при объявлении локальной переменной её тип может определяться типом инициализирующего значения.
+ 1) да 2) нет
Верно, что локальная переменная, объявленная во вложенном блоке, может иметь то же имя, что и переменные охватывающего блока.
1) да + 2) нет
Локальная переменная, объявленная во вложенном блоке, доступна во всех операторах охватывающего блока.
1) да + 2) нет
Локальная переменная, объявленная во вложенном блоке, доступна в операторах охватывающего блока, размещенных вслед за вложенным блоком.
1) да + 2) нет
Верно, что локальная переменная доступна для всех операторов вложенных блоков.
+ 1) да 2) нет

При выполнении задания с двумя ответами испытуемым затрачивается меньше времени, чем при выполнении задания с несколькими верными ответами. Поэтому увеличение числа заданий теста не скажется на времени его прохождения испытуемыми. К недостаткам заданий с двумя ответами относят высокую вероятность угадывания верного ответа, поэтому при такой замене исходного задания пятью для снижения вероятности угадывания общее количество заданий в тесте увеличивают.

Второй способ. Предложенные варианты ответов и дистракторы содержат избыточные слова, которые могут быть вынесены в стем. Пример того, как это можно выполнить в данном задании, очевиден из предыдущего изменения задания.

Задание 2 открытого типа с кратким ответом

В результате выполнения следующего фрагмента кода:
<code>int x = 14; Console.WriteLine("{0,3:f4}", x*1000);</code>

на экране появится представление числа, содержащее X нулей.

Укажите значение X:___

Ответ: 7

Во фрагменте кода использована переменная с именем x, инициализированная числом 14, в формулировке задания требуется указать некоторое значение X, под которым подразумевается количество отобразившихся на экране нулей. Апробация данного тестового задания показала, что сильные студенты, подозревая подвох, в качестве ответа указывают не 7, а 14 (значение переменной x). Одинаковые имена переменной и неизвестной вносят в задание двусмысленность, которую легко ликвидировать, заменив одно из имен:

В результате выполнения следующего фрагмента кода:
--

<pre>int a = 14;</pre>

<pre>Console.Write("{0,3:f4}", a*1000);</pre>

на экране появится представление числа, содержащее X нулей.

Укажите значение X:___

Ответ: 7

Задание 3. Закрытого типа с одним верным ответом

Полная форма условного оператора имеет вид:

<pre>if (<выражение_условие></pre>
--

<pre><оператор_1></pre>

<pre>else</pre>

<pre><оператор_2></pre>

В сокращенной форме условного оператора отсутствует:
--

1) (<выражение_условие>

2) <выражение_условие>

3) <оператор_1>и<оператор_2>

4)else

+ 5)elseи<оператор_2>

Низкие показатели качества данного задания связаны с тем, что дистрактор №4 является частично верным. Студенты ошибочно выбирают его вместо верного ответа №5. Это во многом связано с шаблонной формулировкой, встречающейся в учебной литературе: «В сокращенной форме условного оператора отсутствует else». Также из формулировки задания не очевидно, что речь идет об анализе структуры оператора, приведенной в стеме.

Для исправления предлагается в качестве вариантов ответа к заданиям дать только структурные составляющие условного оператора, преобразовать задание к форме со множественным выбором и внести уточнения в стем.

Структура полной формы условного оператора имеет вид:

```
if (<выражение_условие>)
```

```
<оператор_1>
```

```
else
```

```
<оператор_2>
```

В структуре сокращенной формы условного оператора отсутствует:

1) if

2) <выражение_условие>

3) <оператор_1>

+ 4) else

+ 5) <оператор_2>

Задание 4 открытого типа с кратким ответом

Что будет выведено на экран в результате выполнения следующего фрагмента кода:

```
static void Main(){
int i = 7;
while (i > 0) {
    do
        if (i > 3) Console.Write(i);
        while (i-- > 2);
        Console.WriteLine(i);
        break;
    }
}
```

Если Вы считаете, что код содержит ошибки – укажите в качестве ответа ***

Ответ: 76541

Очевидным расхождением с рекомендациями по составлению тестовых заданий является, во-первых, вопросительная форма формулировки текстовой части стема. Второе затруднение связано с особенностью средств языка программирования C#. В приведенном в задании коде использован оператор `Console.WriteLine()`, выводящий в консольное окно строку и переводящий курсор на новую строку в консольном окне. Применение такого оператора вывода с переводом строки не желательно для заданий с открытым ответом, так как вызывает дополнительные сложности у студентов при вводе ответа в случае компьютерного тестирования, а также при оформлении ответа в случае бланкового тестирования. Комментарий «Если Вы считаете, что код содержит ошибки – укажите в качестве ответа ***» к заданию описывает только случай наличия ошибки в коде. Из приведенной формулировки задания не ясно, например, что именно требуется ввести (внести в бланк) в качестве ответа от испытуемого в случае, если программа не выведет на

экран ничего.

Исправить задание предлагается следующим образом:

В результате выполнения следующего фрагмента кода:
<pre>static void Main() { int i = 7; while (i > 0) { do if (i > 3) Console.Write(i); while (i-- > 2); Console.Write(i); break; } }</pre>
на экран будет выведено: ____
<i>Примечание:</i>
<i>Если возникнет ошибка компиляции, введите: ***</i>
<i>Если ошибок и исключений нет, но на экран не выведется ничего, введите: ---</i>
<i>Если возникнет ошибка исполнения или исключение, введите: +++</i>
<i>Ответ: 76541</i>

Заметим, что задание представляет собой комбинацию заданий открытого и закрытого типов.

Задание 5 открытого типа с кратким ответом

В результате выполнения следующего фрагмента программы:
<pre>char s, beg = 'S', end = (char)(beg+5); for (s = beg; s < end; s++) if (s % beg == 0) Console.Write(s); на экран будет выведено: ____</pre>
<i>Ответ: S</i>

В качестве значения переменной `beg` выбран символ `S`, имеющий одинаковый вид как в строчном, так и заглавном начертании. Имя другой переменной, выводимой на экран, с точностью до регистра совпадает с верным ответом. Разбор кода займет больше времени у студентов со слабым зрением. Кроме того, в некоторых случаях при выводе на дисплей символ `S` можно спутать с цифрой `5`.

Студенты, не знакомые с последовательностью букв в латинском алфавите, могут испытать существенные затруднения при выполнении задания, так как в формулировке отсутствует подсказка в виде латинского алфавита. Хотя знание алфавита не требуется в данном задании, тестируемый может решить, что только алфавита ему не хватает.

Устранить перечисленные трудности можно переформулировав

задание:

В результате выполнения следующего фрагмента программы:
<pre>char s, beg = 'G', end = (char)(beg+5); for (s = beg; s < end; s++) if (s % beg == 0) Console.WriteLine(s);</pre> на экран будет выведено: __ <i>Примечание:</i> <i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
<i>Ответ: G</i>

Задание 6 закрытого типа с одним верным ответом

В результате выполнения следующего фрагмента программы:
<pre>int dif; char ch1 = 'A'; char ch2 = 'c'; dif = Char.ToUpper(ch2).CompareTo(ch1); Console.WriteLine(dif);</pre> на экран будет выведено:
1) -1 2) 1 + 3) 2 4) 34 5) 0

В результате работы метода CompareTo() с символами будет получено «расстояние» между ними в алфавите (разность значений числовых кодов символов). В задании использованы символы А и с, имеющие одинаковое начертание в русском и латинском алфавитах. Догадаться, что используется латинский алфавит можно из анализа дистракторов, но это повышает время выполнения задания. Кроме того, дистрактор №4 неправдоподобен. Напомним, что в случае, когда в качестве вариантов ответа приводят цифры, рекомендовано упорядочивать их.

Важным изменением в задании является замена букв А и с истинно латинскими буквами. Кроме того, аналогично изменениям задания №5 в формулировку следует добавить латинский алфавит, заменить дистрактор №4 на более правдоподобный и упорядочить варианты ответов по возрастанию (убыванию):

В результате выполнения следующего фрагмента программы:
<pre>int dif; char ch1 = 'L'; char ch2 = 'n'; dif = Char.ToUpper(ch2).CompareTo(ch1); Console.WriteLine(dif);</pre>

на экран будет выведено:

Примечание:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

1)0

2)-1

3)1

+4)2

5)3

Задание 7 открытого типа с кратким ответом

В результате выполнения следующей программы:

```
using System;
namespace Тест{
    class A {
        public int Field1;
    }
    class B:A {
        public int Field2;
    }
    class Program {
        static void Main() {
            A myVar1 = new A();
            B myVar2 = (B)myVar1;
        }
    }
}
```

на экран будет выведено: __

Примечание:

*Если возникнет ошибка компиляции, введите: ****

Если ошибок и исключений нет, но на экран не выведется ничего, введите: ---

Если возникнет ошибка исполнения или исключение, введите: +++

Ответ: +++

В формулировке задания предлагается определить результат вывода при выполнении фрагмента кода. Отметим, что в коде отсутствуют обращения к методам вывода на экран. В коде присутствует ошибка, приводящая к возникновению исключения.

При исправлении задания следует уточнить формулировку (код программы), добавив оператор вывода на экран.

В результате выполнения следующей программы:

```
using System;
namespace Тест{
    class A {
```

```

    public int Field1;
}
class B : A {
    public int Field2;
}
class Program {
    static void Main() {
        A myVar1 = new A();
        B myVar2 = (B)myVar1;
        Console.Write(myVar2.Field1);
    }
}
}
}

```

на экран будет выведено: __

Примечание:
 Если возникнет ошибка компиляции, введите: ***
 Если ошибок и исключений нет, то на экран не выведется ничего, введите: ---
 Если возникнет ошибка исполнения или исключение, введите: +++

Ответ: +++

Задание 8 закрытого типа с несколькими ответами

Верно, что декларация интерфейса может быть снабжена модификаторами:
+ 1) new + 2) public + 3)protected + 4)internal + 5)private

Все приведенные варианты ответов являются верными. Отсутствие дистракторов повышает вероятность угадывания ответа на задания и повышает время его выполнения, так как испытуемые (в особенности группа сильнейших) подозревают скрытые в задании хитрости.

Рекомендуется заменить некоторые верные ответы на дистракторы, или создать несколько новых заданий.

Верно, что декларация интерфейса может быть снабжена модификаторами:
1) static + 2) public + 3) protected + 4) internal + 5) private

Заключение

Рассмотренные примеры демонстрируют некоторые особенности общих неточностей, допускаемых при составлении тестовых заданий. Кроме того, из детального разбора каждого задания видно, что к составлению тестовых заданий по программированию могут быть предъявлены следующие рекомендации:

- Не использовать в кодах операторы вывода на экран, переводящие после вывода курсор на новую строку.
- В инструкции к заданию или в формулировке задания с открытым ответом, содержащим код, предусматривать все возможные варианты, такие как возникновение ошибок компиляции, ошибки исполнения или пустой вывод (отсутствие результата).
- В заданиях, содержащих в кодах символы и строки, приводить (при необходимости) в качестве справки алфавит, используемый в задании.
- В заданиях, содержащих в кодах символы и строки, применять хорошо различимые символы, не одинаковые в строчном и прописном начертании, и не совпадающие по начертанию в русском и латинском алфавитах.

Литература

1. Майоров А.Н. Теория и практика создания тестов для системы образования. (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования). М.: «Интеллект-центр», 2001. 296 с.
2. Звонников В.И., Челышкова М.Б. Современные средства оценивания результатов обучения. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 224 с.
3. Подбельский В.В., Максименкова О.В. Разработка тестов по программированию для тестирования в компьютерной форме // Информатизация образования - 2011: материалы Международной научно-практической конференции. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2011. 192–195 с.
4. Бурлачук Л.Ф., Морозов С.М. Словарь-справочник по психодиагностике. С-Пб.: Питер, 2008.
5. Карданова Е.Ю. Моделирование и параметризация тестов: основы теории и приложения. М.: ФГУ «Федеральный центр тестирования», 2008.
6. McKenna C., Bull J. Designing effective objective test questions: an introductory workshop, CAA Centre, June, 1999.
7. Anderson P., Morgan G. National assessments of educational achievement, volume 2: Developing tests and questionnaires for a national assessment of educational achievement, World Bank Publications, 2008.
8. Osterfind S.J. Constructing Test Items: Multiple-Choice, Constructed-Response, Performance and Other Formats. Kluwer academic publishers, 1997.
9. Podbelskiy V.V., Maksimenkova O.V. Programming as a part of the Software Engineering education // Proceedings of the 4-th Spring/Summer Young Researchers' Colloquium on Software Engineering (SYRCoSE 2010), 2010. 165 – 168 pp.
10. Podbelskiy V.V., Maksimenkova O.V. Educational tests in "Programming" academic subject development // SYRCoSE 2011. Proceeding of the 5-th Spring/Summer Young Researchers' Colloquium on Software Engineering, 2011. 88—93 pp.
11. Alabama professional development modules [Электронный ресурс] <http://www.alabamapepe.com/profdevmodule/index.htm> (дата обращения: 15.05.2012)

Пузанкова А.Б.

Самарский государственный технический университет, ст.
преподаватель
puzankova.emigo@yandex.ru

Оптимизация инженерно-графической подготовки студентов

Современная информационная среда направленная на действие, допускает и позволяет целенаправленное развитие в ходе функционирования. Вследствие этого коммуникативный подход к информационной среде позволяет личности ориентироваться на свои конкретные потребности, запросы; расширяет её информационное поведение и в полной мере раскрывает возможности осуществления коммуникаций.

В этой связи становится обусловленным то, что именно через информационную среду происходит творческое развитие личности будущего специалиста при контакте, связи, обмене знаниями с иными субъектами творчества. Вот почему этот подход относится к наиболее оптимальным.

Уровень развития информационного взаимодействия и информационных коммуникаций позволяет характеризовать и информационную культуру социума. Основу последней, в том числе составляют и знания об информационной среде, и умения ориентироваться в информационных ресурсах (все чаще с помощью современных информационных технологий), а также навыки, способствующие увеличению информационного потенциала пользователя.

Современная тенденция к разработке и внедрению информационных технологий и ресурсов в инженерное образование привело к изменению структуры блока инженерно-графических дисциплин, в частности курс компьютерной графики стал неотъемлемой частью профессиональной инженерно-графической подготовки студентов.

Компьютерная графика являет собой совокупность методов и приемов, используемых для преобразования (при помощи компьютерных и информационных технологий) различных данных в графическое представление или наоборот. Иными словами, она есть технология ввода, вывода, отображения, преобразования, и редактирования различных графических объектов (моделей, чертежей) электронными средствами.

Компьютерная графика относится к сложным синтетическим ресурсам. Её появление и развитие явилось результатом слияния графики с современными инструментально-технологическими решениями, представляющими инженеру новые средства и возможности для реализации инновационных замыслов.

Занимающийся компьютерной графикой инженер-конструктор имеет в своем распоряжении совершенно иной набор средств и материалов, что является специфической чертой этого вида деятельности. В частности, в качестве средств и материалов здесь выступают не привычные чертежные принадлежности (карандаш, циркуль, линейки и т.п.), а программное обеспечение (графический редактор), устройства ввода (мышь), управление функциями (мышь, клавиатура) и отображение инновационного процесса (монитор).

Несмотря на то, что компьютер не может мыслить, фантазировать, в следствии чего и считается подсобно-вспомогательным средством, компьютерная графика может быть признана наиболее синтетичным и самостоятельным видом инженерно-графического творчества, поскольку обладает собственными оригинальными средствами информационной выразительности, с помощью которых трансформирует и преобразует геометрические образы, созданные предшествующими традиционными видами инженерно-графической деятельности.

В конструкторской деятельности использование компьютерных технологий облегчает создание многочисленных вариантов эскизов, моделей будущего объекта. Здесь возможен выбор версий композиционного строения, материала, дизайна и т.д. После создания виртуальной модели будущий специалист может осуществить креативную деятельность уже у станка. Некоторые подготовительно-информационные материалы (например трудноизменяемые или вообще не изменяемые) при использовании компьютерной графики либо совсем исчезнут, либо станут представлять собой наверняка выверенные и действительно завершенные элементы работы.

В данной статье рассматриваются актуальные вопросы проектирования и использования в учебном процессе информационных ресурсов в сфере инженерно-графических дисциплин. Разрабатываемые автором информационно-педагогические технологии направлены на усовершенствование процесса преподавания курсов инженерной и компьютерной графики. Одной из составляющих проводимого исследования является современный информационный подход к изучению сегодняшнего состояния и перспектив развития информационных ресурсов инженерно-графической деятельности. Он определяется, во-первых, характером и спецификой деятельности в данной области, охватывающей разнообразные виды инженерно-графического творчества и порождаемые ими вариативные информационные потоки; во-вторых, внедрением в сферу инженерно-графической деятельности современных компьютерных и информационных технологий, влияющих как на креативный/инновативный, так и на производственный процессы.

На современном этапе развития системы автоматизированного проектирования (САПР) воспринимаются как особая среда проектирования, в связи с тем, что в начале 21-го века появились такие особенности и

тенденции информационных технологий как мультимедиа (объединяющей отдельные форматы данных) и цифровая связь.

Одной из главных тенденций развития САПР является трехмерное моделирование и визуализация. Именно таким пакетом и является изучаемая студентами 1-2 курсов СамГТУ система КОМПАС-3D. В системе САПР студенты учатся создавать электронные цифровые документы, в первую очередь чертежи и модели в интерактивном режиме. Электронные документы сохраняются в цифровом виде в виде файлов, которые могут быть очень легко переданы современными средствами телекоммуникаций, в том числе и по сети Интернет. Чертеж – язык общения инженеров. Современные САПР говорят на языке техники. Сегодня – это язык начертательной геометрии и инженерной графики. Новым является создание математической модели, в первую очередь геометрической. Это требует хорошего владения координатным методом, т.е. методами аналитической геометрии, и развитого пространственного мышления.

Инженерная мысль – чем дальше, тем больше – нуждается в инструментах, которые бы соответствовали уровню решаемых проблем. Цифровая конструкторская документация, по сравнению с традиционно создаваемой на бумаге, обладает следующими преимуществами:

1. Повышение производительности труда. В САПР повторяющиеся операции можно выполнить одной командой, симметричные части можно начертить в определенной области чертежа, а затем для копирования использовать операции симметрии, проще осуществляется исправление (редактирование чертежа) – при этом результат исправления незаметен.

После выполнения чертежа можно получить его копию на принтере или плоттере. Чертеж получается в полном соответствии с требованиями ГОСТ ЕСКД, чистым и аккуратным.

В САПР цифровой документ легко вызвать, изменить и вновь сохранить на диске компьютера. Легко создаются различные варианты проектов, труд проектировщика становится более творческим и производительным. САПР берет на себя выполнение рутинной работы и делает труд чертежника и конструктора более производительным.

2. Точность. САПР обеспечивает существенно большую точность. Пространственное положение можно задать с точностью до четырнадцати значащих цифр, все линии чертежа ясные и чистые, весь текст четкий. Измерения можно проводить непосредственно на чертеже, не прибегая к использованию масштабного множителя.

3. Хранение чертежей, выполненных в САПР требует существенно меньше физического пространства по сравнению с хранением традиционных чертежей. Резервное копирование содержимого электронного архива чертежей и введение автоматизированной системы доступа к информации гарантирует сохранность документов.

4. Простой доступ к чертежу и легкость его передачи. Процесс поиска и просмотра чертежей значительно проще если он выполнен в САПР.

Чертеж может быть передан электронным способом в любую точку страны или по всему миру. Резко упрощается тиражирование при использовании электронных чертежей.

5. Цифровые документы могут содержать гиперссылки на связанные с ними материалы, звук, видео и т.п.

К настоящему времени создано большое число программно-методических комплексов для САПР с различной степенью специализации и прикладной ориентацией, в результате чего, автоматизация проектирования стала необходимой составной частью подготовки инженеров машиностроительных специальностей. Знание основ автоматизации проектирования и умение работать со средствами САПР требуется практически каждому инженеру-разработчику.

Любое промышленное изделие имеет два вида существования: внутри предприятия и вне его. Первый этап «от идеи до запуска в производство» - самый наукоемкий, так как здесь, кроме воплощения идеи в доступную для всех форму информации, необходимо предусмотреть и технологичность, и надежность, и безопасность. Только использование САПР позволяет в значительной мере сократить продолжительность этого этапа.

Интегрированная вычислительная сеть с высококачественными средствами коммуникации обеспечивает САПР более тесное взаимодействие с другими инженерными подразделениями.

Изучаемая студентами в курсе компьютерной графики трехмерная твердотельная система «КОМПАС-3D» относится, к так называемым, системам «среднего уровня». Проектирование происходит на уровне твердотельных моделей с привлечением мощных конструкторско-технологических библиотек, с использованием современного математического аппарата для проведения необходимых расчетов. Кроме того, эти системы позволяют с помощью средств анимации имитировать перемещение в пространстве рабочих органов изделия. Все это делает трехмерное моделирование неотъемлемой частью курса инженерной графики.

Любая из проекций ортогонального чертежа (двухмерная модель) распознается системой как плоский элемент, ограниченный некоторым количеством точек с определенными координатами X и Y . Трехмерная модель описывается точками с третьей координатой по оси Z .

На плоскости экрана (или чертежа) получается лишь мнимый образ трехмерного изображения, однако в памяти компьютера моделируемый предмет характеризуется реальной трехмерной формой.

Проектирование технического объекта – создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого ещё не существующего объекта. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе

взаимодействия человека и ЭВМ. Проектирование включает в себя разработку технического предложения и (или) технического задания (ТЗ), и реализацию ТЗ в виде проектной документации.

Обычно ТЗ представляют в виде некоторых документов, и оно является исходным (первичным) описанием объекта. Результатом проектирования, как правило, служит полный комплект документации, содержащий достаточные сведения для изготовления объекта в заданных условиях. Эта документация и есть проект, точнее, окончательное описание объекта.

Приступая к компьютерному моделированию, студенты создают геометрическую модель, которая отражает некоторые интересующие их исследуемые свойства объекта.

Твердотельная модель описывается в терминах того трехмерного объема, который занимает определяемое ею тело. Таким образом, твёрдотельное моделирование является единственным средством, которое обеспечивает полное и однозначное описание трехмерной геометрической формы. Этот способ моделирования представляет собой самый современный и наиболее мощный из всех известных методов.

Неоспоримым преимуществом твердотельной модели являются:

- полное определение объема и формы;
- обеспечение автоматического удаления невидимых (скрытых) линий;
- автоматизированное построение трехмерных разрезов проектируемого изделия, что особенно важно при анализе сложных сборочных единиц;
- автоматическое получение точных значений массы, площади поверхности, центра тяжести, момента инерции для любой детали или изделия в целом;
- повышение эффективности имитации движения инструмента или рабочих органов изделия;
- наконец, наличие разнообразной палитры цветов, управление цветовой гаммой, получение тоновых эффектов – всего того, что способствует получению качественного наглядного изображения формы.

Один из методов твердотельного конструирования основан на построении модели из набора базовых твердотельных примитивов, находящихся в библиотеках системы. Каждый примитив определен некоторой формой (шар, цилиндр переменного сечения, параллелепипед и т.д.), точкой привязки, исходной ориентацией и изменяемыми размерами.

Например, для того чтобы показать внутренние поверхности проектируемой детали, достаточно вычесть параллелепипед из полученного изображения детали (по аналогии с вырезом в аксонометрических проекциях).

После создания полной трехмерной модели можно выполнить чертеж данного изделия в ортогональных проекциях. Сделать это позволяют программные средства автоматического получения требуемых проекций с автоматическим же нанесением размеров на соответствующие виды.

Грамотное использование подобных мощных трехмерных твердотельных систем требует предварительного изучения студентами правил оформления чертежно-конструкторской документации (ГОСТы, ЕСКД) на практических занятиях по инженерной графике, знания из курса начертательной геометрии законов построения поверхностей и овладения программными средствами в курсе компьютерной графики.

Компьютер значительно расширяет возможности предъявления задач и позволяет использовать в обучении задачи исследовательского типа, по анализу конструкторских, проекционных, производственных и других ситуаций. Система допускает самостоятельную постановку задач студентами и решения их в интерактивном режиме. Такие задачи по своей направленности и практической значимости приближаются к реальным производственным и научным проблемам. В общем случае выделяют стадии научно-исследовательских работ студентов, эскизного проекта или опытно-конструкторских работ, технического, учебного проектов, испытаний опытных образцов.

Интерактивность обучающих программ дает возможность студентам во время занятий ставить и формулировать свои собственные цели и выбирать способы их достижения, способствует открытию новых знаний и способов продуктивной деятельности.

Эффективность современных педагогических технологий связана с применением в учебном процессе различных информационных образовательных ресурсов.

Ясное понимание возможностей компьютера дает в руки аппарат для методологического анализа и формирования требований к электронным изданиям. По существу компьютер дает нам: интерактивность, мультимедиа, моделинг, коммуникативность и производительность [1].

Технические возможности мультимедиа позволяют на современном этапе создавать принципиально новые обучающие программы. Мультимедийная технология, с помощью программных и технических средств дает уникальную возможность в процессе обучения имитировать образы реальных объектов, явлений и процессов. Это позволяет при обучении подходить к абстрактным понятиям, не только следуя логике разума, но также через чувства и ощущения, которые возникают при рассмотрении образных моделей реального мира, что способствует целостному восприятию материала, увеличению скорости и качества его усвоения.

Применительно к компьютерной графике, где реальные объекты заменяются геометрическими моделями, использование мультимедийных программ способствует возникновению прочной связи между

существующей пространственной интуицией студента и формирующимся в процессе обучения геометрическим пространственным мышлением.

При создании мультимедийных программ учитывается единство предметов и явлений реального мира, в частности, изучая законы компьютерной графики в применении к различным машиностроительным объектам, необходимо руководствоваться связью таких наук, как физика твердого тела, теоретическая механика, машиностроительное черчение, начертательная геометрия, информатика.

Такое понимание информационного образовательного ресурса позволяет рассматривать его не как совокупность отдельных программных продуктов дидактического, энциклопедического или прикладного назначения, а как системный объект комплексного назначения, предметно-ориентированную интерактивную среду, универсальное средство и метод организации и поддержки учебного процесса различных форм и уровней [2].

Разработанный нами в курсе компьютерной графики электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК), представляет собой информационный образовательный ресурс, методически обеспечивающий все виды учебной деятельности с помощью современных компьютерных технологий (рис.1).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС					
Ориентировочный компонент	Справочно-информационный компонент	Содержательный компонент	Инструментально-операциональный компонент	Научный компонент	Контрольный компонент
<ul style="list-style-type: none"> •Мультимедиа презентация курса •Характеристика профессиональной деятельности <ul style="list-style-type: none"> •Рабочая программа курса •Учебный план 	<ul style="list-style-type: none"> •Справочная система САПР •Библиотеки САПР •Интернет 	<ul style="list-style-type: none"> •Презентации лекций •Уроки мультимедиа •Электронный тренинг •Лабораторный практикум ЭМИГО 	<ul style="list-style-type: none"> •Инструментальная среда САПР (КОМПАС-3D) <ul style="list-style-type: none"> •Средства разработки мультимедиа (CamStudio) •Средства подготовки презентаций (PowerPoint) 	<ul style="list-style-type: none"> •Презентации творческих проектов <ul style="list-style-type: none"> •Работы студенческого научного общества •Олимпиады 	<ul style="list-style-type: none"> •Компьютерное тестирование •Контрольно-аттестационные работы •Конкурсные и творческие задания

Рис. 1. Структура электронного образовательного ресурса

Структурные компоненты применяемого ЭУМК, размещенные на внешнем носителе или на сервере локальной компьютерной сети, позволили осуществлять информационно-развивающий, деятельностный и личностно-ориентированный подходы к процессу целенаправленного формирования профессиональных инженерно-графических компетенций студентов в курсе компьютерной графики [3].

В структуре ЭУМК присутствуют ориентировочный, содержательный, научный, контрольный и справочно-информационный компоненты.

В состав ориентировочного компонента входят учебный план, рабочая программа учебного курса по данной дисциплине, квалификационные требования по специальности. В качестве

дополнительной информации здесь могут быть размещены тематика задач и контрольные вопросы.

Содержательный компонент, в который входят информационные ресурсы, поддерживающие исполнительный этап дидактического процесса:

- электронный учебник, содержащий учебный материал в гипертекстовой форме с изложением теории, необходимой для выполнения учебных заданий, и демонстрационные примеры;
- электронный конспект лекций, выполненный в форме презентаций;
- практикум, содержащий большое количество примеров (в форме мультимедиа) с решениями и задания для самостоятельного выполнения;
- лабораторный практикум по решению конструкторских, проектировочных, чертежно-графических задач с использованием методики электронного моделирования инженерно-графических объектов.

Научный компонент – расположенные на электронном сайте наиболее интересные студенческие рефераты, лучшие доклады студенческих научных конференций, задачи студенческих олимпиад с решениями.

Контрольный компонент, предоставляющий возможность организации контроля и самоконтроля усвоения знаний, в составе которого могут находиться тестовые задания различных видов как по отдельным темам, разделам учебного курса, так и по всему курсу, находящиеся в свободном доступе и с ограничением доступа;

Справочно-информационный компонент, в котором содержится различная справочная информация (библиотеки, электронные справочники, ссылки на сайты и т.д.);

На начальном этапе учебного процесса студенты, используя ориентировочный компонент, самостоятельно или с помощью преподавателя, получают информацию, необходимую для организации своего обучения: знакомятся с непосредственным аудиовизуальным представлением курса, учебным планом, рабочей программой дисциплины «Компьютерная графика».

В процессе учебной деятельности формируются умения и навыки применения инженерно-графических знаний в профессиональной сфере. Обучение имеет деятельностный характер через практику поиска и освоения необходимой информации, моделирования и решения профессионально-ориентированных задач.

При обучении студентов компьютерной графике с использованием ЭУМК существенно изменяются и механизмы получения знаний: приоритетным становится свободный доступ обучаемых к информационным ресурсам, самообучение. Существенно изменяется и роль преподавателя – вместо демонстратора и контролёра он становится

помощником и наставником студентов.

Таким образом, в зависимости от педагогических целей компьютер становится и средством, и ресурсом, и средой сложной информационной системы. Возникновение графических пользовательских интерфейсов в компьютерных технологиях способствовало созданию обучающих программ и постепенному их внедрению в процесс обучения.

Наличие виртуальных лабораторий позволяет студентам приобретать знания в процессе деятельности, имитирующей будущую профессию, ориентирует на решение конкретных проблем.

На первоначальном этапе студентами изучаются и осваиваются программные и технические средства системы. Выступая в роли пользователей, они осваивают методы расчета и проектирования, реализованные в программном обеспечении, приобретают навыки управления техническими и программными средствами.

На последующем этапе студентам выдаются задания, позволяющие использовать обучающую программу в качестве тренажера для развития инженерной интуиции, творческих способностей и ускоренного накопления профессионального опыта, что способствует реализации у студентов умения работать самостоятельно.

Модульная структура курса компьютерной графики составлена с учётом следующих профессиональных задач:

- 1.Твердотельное моделирование машиностроительных деталей и сборок различной конфигурации по чертежам и наглядным изображениям.
- 2.Создание чертежно-конструкторской документации в электронной форме моделируемых деталей и сборок в соответствии с ГОСТами.
- 3.Модификация моделей деталей и сборок изделий машиностроительного профиля средствами САПР.

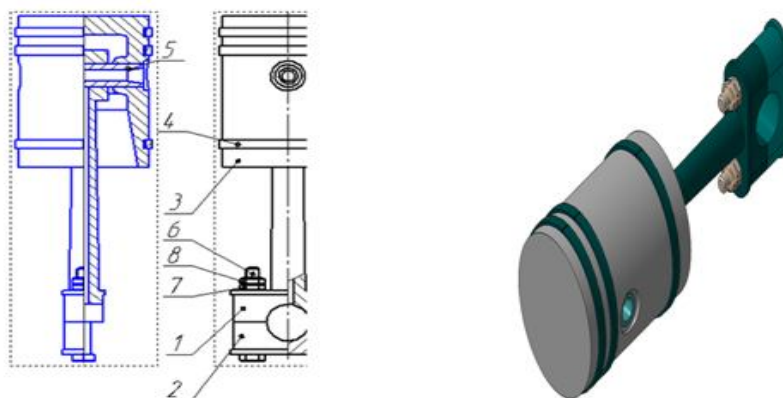


Рис. 2. Проектируемое изделие: а) графическое изображение, б) модель

Опыт проведения занятий со студентами показал, что при использовании электронных образовательных ресурсов в курсе «Компьютерной графики» у студентов формируется целостное

представление о сложном процессе автоматизированной разработки проектно-конструкторской документации изделий. Создание объемных моделей позволяет студентам глубоко вникнуть в сущность проекционного метода построения чертежей. Использование методики создания ассоциативных видов помогает выявить связь между графическим изображением (рис. 2, а) и моделью проектируемого изделия (рис. 2, б), теснее связать теорию с практикой, увидеть межпредметные связи, повысить уровень инженерно-графической компетентности и в конечном итоге общий уровень профессиональной подготовки.

В нашем исследовании к изучаемому курсу компьютерной графики была разработана система программно-дидактических тестов ПДТ закрытого типа. Система ПДТ представлена дидактическими единицами, находящимися между собой в иерархическом соподчинении. Количество дидактических единиц соответствует количеству изучаемых модулей. Разработка отдельной дидактической единицы обеспечивалась преобразованием содержания изучаемого модуля в определенное множество тестовых заданий.

Мы устанавливали корреляцию между фактором применения разработанной технологии в процессе преподавания инженерно-графических дисциплин будущим специалистам в области автоматизированного машиностроения и повышением уровня сформированности их профессиональных инженерно-графических компетенций (ПИГК), выраженном в улучшении интегральной итоговой оценки.

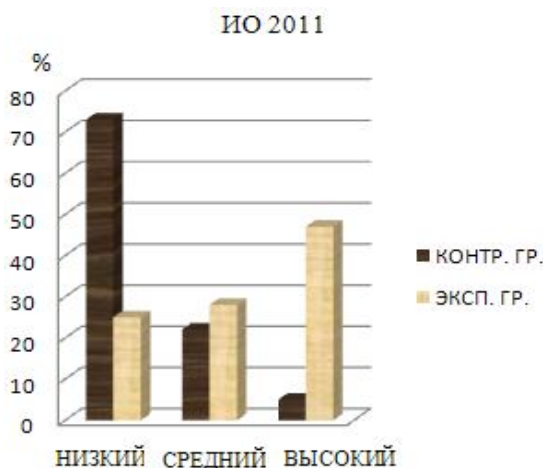


Рис. 3. Сравнительные диаграммы интегральной оценки уровня сформированности ПИГК у студентов контрольных и экспериментальных групп

На сравнительной диаграмме (рис. 3) наглядно представлено устойчивое и существенно возрастание интегральной оценки сформированности ПИГК в экспериментальной группе по сравнению с контрольной.

Использование компьютерного моделирования открывает новые

перспективы в подготовке будущего конструктора. Это обусловлено тем, что в ходе обучения появились возможности не только создавать модель объекта, но и изучать на модели взаимодействие отдельных частей в процессе работы (сборки). Начальный этап решения задачи – анализ формы каждой детали, входящей в сборочную единицу. На этапе конструирования студент формирует 3-х мерную модель, при этом на каждом этапе выполнения работы студент имеет возможность сравнивать результат, полученный на экране с реальным прототипом. Создание 3-х мерной модели способствует более естественному процессу восприятия и более полному осознанию характеристик формы будущего изделия. На заключительном этапе осуществляется процесс сборки отдельных деталей в сборочную единицу с автоматическим построением ассоциативного сборочного чертежа и спецификации.

Отметим в заключении, что проведенное исследование не исчерпывает все возможности применения ИП-технологий направленных на формирование профессиональных инженерно-графических компетенций студентов в процессе их обучения компьютерной графике. К числу проблем нуждающихся в дальнейшем рассмотрении, следует отнести теоретическое обоснование и практическую разработку мультимедийных учебно-методических пособий и электронных комплектов диагностического инструментария по инженерно-графическим дисциплинам для возможности их использования в системе дневного, заочного и дистанционного обучения.

Литература

1. Осин А. В. Мультимедиа в образовании: контекст информатизации. [Текст] - М.: ООО «РИТМ», 2005.- 320 с.
2. Севастьянова С. А. Формирование профессиональных математических компетенций у студентов экономических вузов [Текст]: Дисс. канд. пед. наук: 13.00.08. – Самара: РГБ, 2006.
3. Пузанкова А. Б. Педагогическая система формирования профессиональных инженерно-графических компетенций у студентов машиностроительного профиля в процессе их обучения компьютерной графике [Текст] / А.Б. Пузанкова, В.Н. Михелькевич // Вестник Самарского государственного технического университета. – Серия «Психолого-педагогические науки». – Самара: Изд-во СамГТУ, 2010. – № 3 (13). – С. 150-158.

Сутягин М.В.,

НОУ «Корпоративный институт ОАО «Газпром»,
кандидат технических наук, начальник отдела технического и
информационного обеспечения
M.Sutiagin@institute.gazprom.ru

Сторожик И.В.

аспирант ФБГОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН»
prjzero@mail.ru

Международные стандарты в области технологий совместного обучения

Использование информационных технологий в обучении обусловило появление новых форм образования, в частности, совместное обучение. Под совместным обучением понимают обучение, основанное на тесном взаимодействии между обучающимися, либо между обучающимися и преподавателем. Участники процесса получают знания через активный совместный поиск информации, обсуждение и понимание смыслов.

Принято считать, что совместное обучение зародилось в Великобритании, в частности, основываясь на работе английских преподавателей, исследовавших пути помощи студентам посредством повышения их активности в обучении. Совместное обучение больше внимания обращает на качественный подход, например, на анализ речи студента при ответе по поводу литературного текста или исторического источника. Не случайно, что оно и получило свое развитие прежде всего в обучении гуманитарным дисциплинам.

Совместное обучение включает множество видов группового обучения: наставничество, совместные исследовательские проекты студентов и преподавателей, краткосрочные целевые группы, учебные сообщества и другие.

При совместном обучении можно выделить следующие особенности:

- обучаемый гораздо лучше учится если он умеет устанавливать социальные контакты с другими членами коллектива;
- от умения общаться с другими членами коллектива зависит и умение обучаемых грамотно и логически писать;
- в процессе социальных контактов между обучаемыми создается сообщество людей, владеющих определенными знаниями и готовых получать новые знания в процессе общения друг с другом, совместной познавательной деятельности.

Надо отметить, что обучение проходит более успешно при установлении нормальных здоровых социальных контактов и когда участники совместного обучения нацелены на освоение и получение новых

знаний в процессе общения друг с другом, совместной познавательной деятельности.

Совместное обучение в электронной его реализации предполагает использование сервисов Web 2.0 (вики, блоги, социальные сети, совместных приложений, виртуальных классов и лабораторий и т.п.). В качестве основы для создания систем электронного обучения предложено использовать комплекс международных стандартов, содержащих требования к технологии совместного обучения и информационного взаимодействия участников образовательного процесса.

Международная организация по стандартизации (ИСО/ISO) и Международная электротехническая комиссия (МЭК/IEC) совместно разрабатывают международные стандарты в области информационных технологий в рамках Первого Совместного Технического комитета (СТК1/JTC1), объединяющего в настоящее время 19 Подкомитетов (ПК/SC).

Разработкой стандартов в области применения ИКТ-технологий в образовании занимается 36-й Подкомитет «Информационные технологии в обучении, образовании и подготовке». Основными объектами стандартизации являются корпоративные информационно-образовательные среды и электронные образовательные ресурсы, необходимые для создания систем электронного обучения [1, 3].

Международные стандарты по технологии сотрудничества в обучении, образования и подготовке фокусируются на конкретном подмножестве видов совместной деятельности. Это подмножество видов деятельности характеризуется:

- обменом информации в больших или малых группах при взаимодействии участников (обычно от двух до нескольких десятков), которые сотрудничают в течение относительно короткого периода времени (обычно от нескольких дней до нескольких месяцев);
- обменом информации, происходящем с использованием информационных технологий, когда применяется либо единственное четко определенное средство взаимодействия, поддерживающее функции взаимодействия, либо набор средств взаимодействия, образующих общую среду;
- короткими временными интервалами в установленном времени отклика на сообщения и выражения (обычно от нескольких секунд до нескольких часов);
- обменом относительно небольшими блоками информации (обычно от одного слова до нескольких параграфов);
- относительно высоким уровнем реакции среди активных участников группы при их взаимодействии;
- обменом информацией между участниками (благодаря факторам, перечисленным выше), обычно контекстно-зависимым и контекстно-

чувствительным;

- важной контекстной информацией, описывающей взаимоотношения между членами группы при взаимодействии участников и общей средой (и ее компонентов), которые все вместе образуют общее место работы.

Стандарт ИСО/МЭК 19778 «Информационная технология. Обучение, образование и подготовка. Технология сотрудничества. Общее рабочее пространство», разработанный в 36-ом Подкомитете в настоящее время содержит следующие три части, [2]:

- Часть 1: Модель данных общего рабочего пространства — обеспечивает представление формата для подробного описания модели данных и в целом определяет структуру модели данных и элементы модели данных для рабочего пространства.
- Часть 2: Модель данных среды взаимодействия — определяет структуру модели данных и элементы модели данных для технической инфраструктуры рабочего пространства.
- Часть 3: Модель данных группы взаимодействия — точно определяет структуру модели данных и элементы модели данных, устанавливающих и обеспечивающих информацию для участников, использующих рабочее пространство.

В соответствии с указанным стандартом любое рабочее пространство представляет собой комбинацию конкретной общей среды и группы взаимодействия. Физическая реализация рабочего пространства должна содержать данные среды взаимодействия и группы взаимодействия, при этом конкретная реализация модели данных может представлять каждую из этих сущностей в виде отдельных информационных объектов.

Модели данных, определенные в стандарте ИСО/МЭК 19778, представляют структуру информации и множество понятий для обеспечения:

- понимания необходимости применения идеи рабочего пространства и его компонентов;
- облегчения развертывания, поддержки и управления рабочим пространством;
- соблюдения соответствия техническим требованиям стандарта ИСО/МЭК 19778 для конкретных реализаций модели данных и ее элементов;
- соблюдения технической совместимости между существующими реализациями модели данных или ее элементами на базе стандарта ИСО/МЭК 19778, и будущими реализациями модели данных или ее элементов.

Отношения между рабочим пространством, средой взаимодействия и группой взаимодействия, реализациями их моделей данных, и соответствующие технические характеристики моделей данных,

определенные в стандарте ИСО/МЭК 19778 представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Взаимосвязь рабочего пространства, общей среды и группы взаимодействия при совместном обучении

ИСО/МЭК 19778-1 определяет основанную на таблицах методику создания спецификации моделей данных. Спецификация модели данных используется для формирования модели данных рабочего пространства. Данная спецификация модели данных также используется в ИСО/МЭК 19778-2 и ИСО/МЭК 19778-3 для определения схожих компонентов общей среды и группы при взаимодействии участников в отдельных моделях данных.

Любая созданная по стандарту реализация модели данных рабочего пространства:

- предоставляет ссылки на реализации модели данных, как на конкретную общую среду, так и на конкретную группу при взаимодействии участников;
- предоставляет свой особый идентификатор, который позволяет другим реализациям модели данных ссылаться на данную реализацию модели данных;
- содержит запись о времени функционирования соответствующего рабочего пространства;
- может предоставлять имя и текстовое описание для соответствующего рабочего пространства, особенно для установки полнотекстового поиска для реализаций модели данных рабочего пространства.

В ИСО/МЭК 19778-2 модель данных общей среды определяет средства взаимодействия и объявляет их функции взаимодействия путём определения имён этих функций. Эти имена могут быть использованы в качестве ссылок на средства взаимодействия и функции взаимодействия, более точно описанные в последующих спецификациях или стандартах.

ИСО/МЭК 19778-3 определяет модель данных для группы взаимодействия. Модель данных группы взаимодействия составляют роли, которые могут играть участники группы взаимодействия, заявляет

названных держателей роли для каждой роли, и назначает участников этим держателям роли.

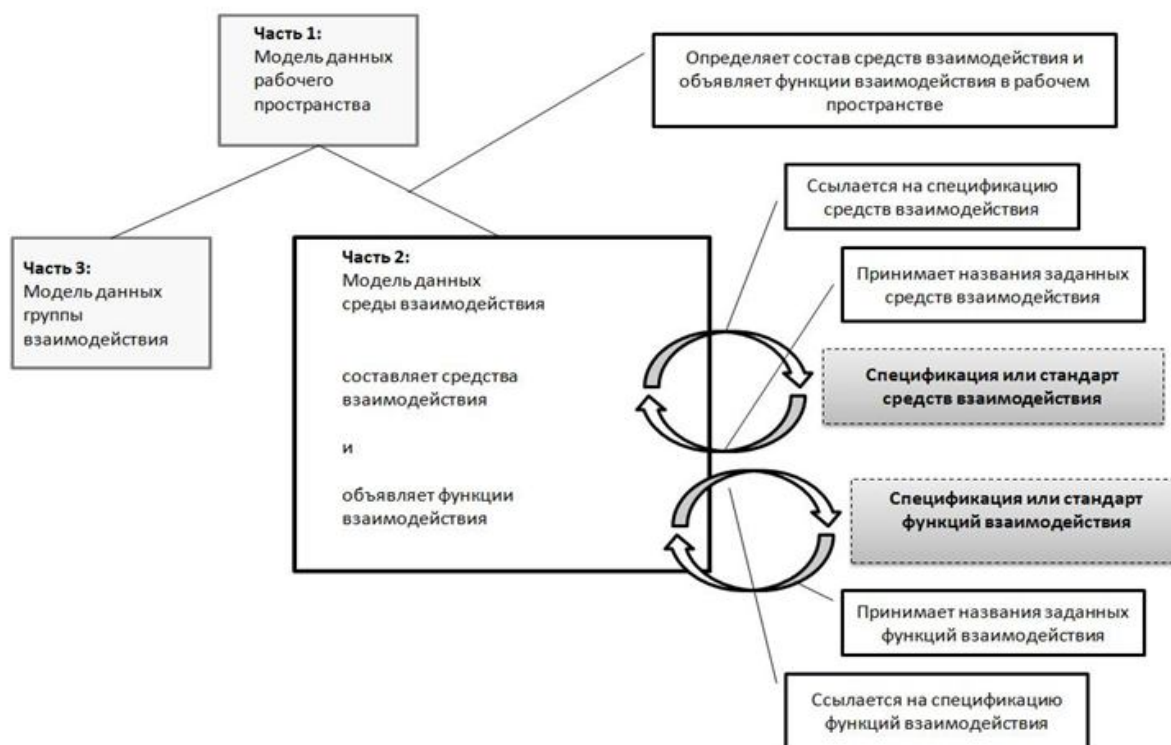


Рис. 2. Определение состава средств взаимодействия и объявление функций взаимодействия в ИСО/МЭК 19778-2

Таким образом, ИСО/МЭК 19778 применяется для стандартизации технологий сотрудничества, используемых для поддержания информационного обмена между обучающимися, инструкторами и другими участниками образовательного процесса с применением информационно-коммуникационных технологий. Внедрение и использование данных технологий влечет за собой появление информации, связанной с группами участников и средами взаимодействия, функциями и средствами, которые устанавливаются для этих групп и ими же используются.

Разработкой национальных стандартов по совместному (коллаборативному) обучению занимается технический комитет ТК 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании». Национальные стандарты гармонизированы с международными стандартами, а часть из них разрабатывается путем прямого применения или модификации международных стандартов для учета специфики российской системы образования. Указанные национальные стандарты могут служить основой для создания отечественных конкурентоспособных систем коллаборативного обучения, в том числе для развития трансграничного и транснационального образования.

В настоящее время введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 19778-1-2011 «Информационная технология. Обучение,

образование и подготовка. Технология сотрудничества. Общее рабочее пространство. Часть 1. Модель данных общего рабочего пространства».

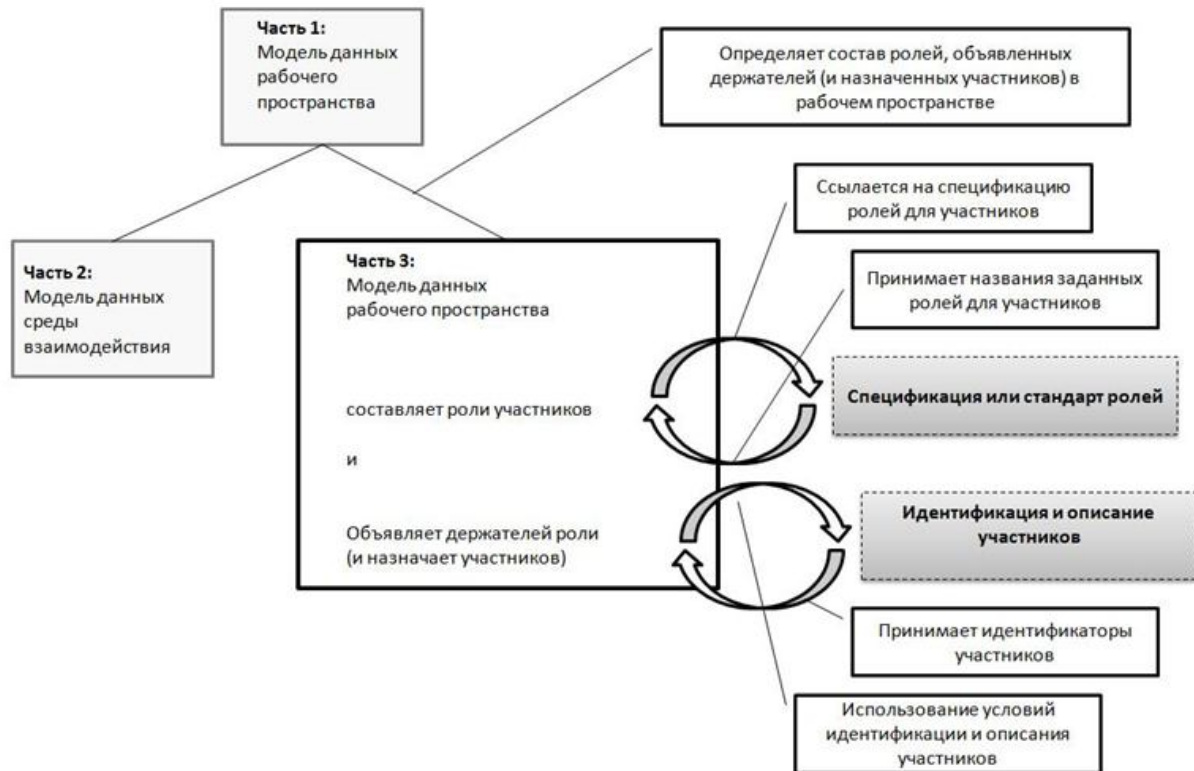


Рис. 3. Определение состава ролей, объявление держателей роли, и определение участников в ИСО/МЭК 19778-3

Литература

1. Позднеев Б.М. Стандартизация и сертификация – основа гарантий качества в сфере e – Learning // Высшее образование в России. 2008. № 11, С. 40-44.
2. ИСО/МЭК 19778 «Информационная технология. Обучение, образование и подготовка. Технология сотрудничества. Общее рабочее пространство».
3. Позднеев Б.М., Сутягин М.В., Поляков С.Д., Косульников Ю.А. О развитии систем электронного обучения на основе стандартизации и сертификации // Вестник МГТУ «Станкин». №1(9). 2010. С. 110-119.

Титова С.В.

Доктор педагогических наук,
профессор кафедры методики преподавания иностранных языков
факультета иностранных языков и регионоведения МГУ
stitova3@gmail.com

Условия успешной интеграции мобильных устройств в учебный процесс

Аннотация

Данная статья посвящена методическим проблемам мобильного обучения: условиям успешной интеграции мобильных устройств в учебный процесс, целесообразности и способам их применения в обучении, типологии мобильных приложений и др.

"The introduction of changes and innovations should be gradual, well supported and well integrated with the rest of the course to allow teachers and learners to make effective use of the new technologies and tools."
Commas-Quinn A. ³

Сегодня можно констатировать тот факт, что мобильные устройства, как средства обучения, доступны большинству обучающихся в мире, в частности, в РФ⁴. Широкое распространение мобильных устройств подтверждает выдвинутую на Втором Всемирном Мобильном Конгрессе, который прошел в Барселоне в марте этого года, идею о том, что в наше время развитие функций и приложений начинается от мобильных устройств, а не от стационарных компьютеров, как это было ещё несколько лет назад.⁵ Именно поэтому еще в декабре 2010 Институт информационных технологий в обучении при ЮНЕСКО опубликовал программный документ "Мобильное обучение для качественного образования и социального включения"⁶, в котором говорится, что *педагоги уже не могут не обращать внимание на очевидный факт фантастической популярности мобильных средств связи среди молодежи*, именно поэтому следует проанализировать, как данные виды связи могут способствовать оптимизации преподавания иностранных языков. Однако, необходимо

³ Commas-Quinn A. Learning to teach online or learning to become an online teacher// ReCALL, vol. 23(3), 2011. Cambridge University Press, 2011.

⁴ Число мобильных устройств в России по подсчетам TNS - 237,7 мил, а население составляет 139 мил человек, безлимитный мобильный Интернет широко используются в Японии, США, вводится в Европе и РФ

⁵ Coulling T. Ultrabook and pad launches will dominate CES news. Canalys, 2012. URL: <http://www.canalys.com/newsroom/ultrabook-and-pad-launches-will-dominate-ces-news>

⁶ Kukulska-Hulme A. Mobile learning for quality education and social inclusion. UNESCO IITE. M., 2010.

помнить, что неструктурированное использование мобильных устройств в обучении грозит неизбежными трудностями, с которыми уже сегодня сталкиваются преподаватели. Систематическое и методически продуманное внедрение мобильных устройств в учебный процесс, наоборот, раскрывает широкие возможности модернизации традиционной базы языковых и речевых заданий.

К сожалению, процесс интеграции этих средств связи в учебный процесс идет в нашей стране не так активно и плодотворно, как во многих других зарубежных странах. Существует большое количество проектов в области мобильного обучения⁷, посвященных как практическим, так и теоретическим аспектам этой проблемы. Исследования, проведенные в рамках этих проектов, позволяют выяснить, что вкладывается в понятие *мобильное обучение*, какие изменения возникают в структурных звеньях педагогической системы обучения иностранным языкам, а именно: концепции, цели, содержания обучения, средствах обучения, видах и формах учебной деятельности, каковы дидактические функции и свойства мобильных средств связи, условия их интеграции в учебный процесс и т.д.

На сегодняшний момент в зарубежной педагогической литературе существует несколько трактовок и определений мобильного обучения, основывающихся или на технологических особенностях мобильных устройств, или на дидактических возможностях, которые предоставляются этими технологиями.

Согласно проекту MoLeNet⁸, мобильное обучение - это использование удобных портативных мобильных устройств и беспроводных, доступных всегда технологий, для облегчения, поддержки, оптимизации и расширения процессов обучения и изучения. В этом определении ключевыми являются слова доступные всегда и имеющие выход в Интернет.

Мобильное обучение - это деятельность, осуществляемая регулярно посредством компактных, портативных мобильных устройств и технологий и позволяющая обучающимся стать более продуктивными, общаясь, получая или создавая информацию⁹.

Мобильное обучение - это возможность получать или предоставлять учебную информацию любого формата на персональные мобильные устройства¹⁰.

7 См. например, проекты *The Mobile Learning Network Project* (Великобритания), Hist (Норвегия) <http://www.histproject.no/>. Среда мобильного обучения *Mobile Learning Environment Project* (The MoLE) (США), Мобильные технологии в обучении через всю жизнь *Mobile Technologies in Lifelong Learning: best practices* (MOTILL) (Европейский Союз)

8 www.molenet.org.uk

9 eLearning Guild. *Mobile Learning: What it is, why it matters, and how to incorporate it into your learning strategy*. (2008) URL: <http://www.m-learning.org/knowledge-centre/whatismlearning>

10 MOBL21 <http://Mobl21.com>

Д. Келли¹¹ отмечает также, что мобильные устройства рожают новые формы подачи учебного материала и заданий - учебных микроблогов, новостных лент Twitter, курскастов.

Таким образом, определение *мобильный* характеризует прежде всего три основные составляющие педагогического процесса - *доступ* к средствам обучения, *формы реализации* учебной интеракции и формы подачи учебного материала и заданий. Обучающийся сегодня может иметь мгновенный доступ к учебным материалам и программам, учебным ресурсам, выполнять задания, общаться с педагогом в любое время и в любом месте. Мобильные устройства обеспечивают следующие виды общения: голосовое, SMS, электронная почта, видеосвязь, социальные сети (Twitter, Facebook и тд), т.е. они предоставляют возможность написать, показать и рассказать. Эти изменения как нельзя лучше соответствуют идее обучения через всю жизнь (*life-long education*) или современной компетентностно-ориентированной концепции образования, в которой акцент делается на обучение умению самостоятельно находить необходимую информацию, выделять проблемы и искать пути их решения, критически анализировать полученные знания и применять их на практике.

Особое внимание хотелось бы обратить на определение идеолога мобильного обучения - Дж. Тракслера¹², который утверждает, что мобильное обучение меняет полностью процесс обучения, поскольку мобильные устройства модифицируют не только формы подачи материала и доступа к нему, но и способствуют созданию новых форм познания и менталитета. Обучение становится своевременным, достаточным и персонализированным ("*just-in-time, just enough, and just-for-me*"). Данные характеристики мобильного обучения контрастируют с характеристиками дистанционного обучения, в котором на первое место выходят такие дидактические принципы, как мультимедийность, структурированность или модульность, интерактивность. Если сравнивать мобильное и дистанционное обучение с точки зрения доступности, доступа, места обучения и т.д., то контраст налицо:

	<i>Дистанционное обучение</i>	<i>Мобильное обучение</i>
Доступность тех. устройств	Частичная	Массовая
Доступ к информации	Быстрый	Мгновенный
Место обучения	Вне класса (дома)	Где угодно
Обратная связь с	Плановая	Мгновенная

11 Kelly D. Lessons Learned from the MLearnConf 2011 Backchannel. URL: <http://www.learningsolutionsmag.com/authors/349/david-kelly>

12 Traxler J. Current State of Mobile Learning // *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. 2009. URL: <http://www.aupress.ca/index.php/books/120155>

Вероятно, именно поэтому многие исследователи считают, что мобильное обучение - это новая форма обучения¹³. Но если *дистанционное обучение* и *смешанное обучение* часто противопоставляются традиционной форме обучения, то *мобильное обучение*, не являясь новой формой обучения, подразумевает оправданное по сути, оптимальное по объему, сбалансированное осуществление определенных заданий при помощи мобильных устройств. На современном этапе развития мобильного обучения даже мобильные приложения, содержащие полный комплект материалов курса, в большинстве случаев предназначены не столько для самостоятельного прохождения, сколько для обеспечения удобного доступа к информации в рамках традиционного обучения. Мобильные устройства перенесли работу посредством ИКТ из личного кабинета в любое удобное для пользователя место, в том числе вернули изучение иностранного языка в традиционный, но усовершенствованный языковой класс. Примером успешного внедрения мобильных приложений в традиционный процесс обучения служит опыт норвежского проекта HiST¹⁴. Руководители этого международного проекта говорят о необходимости частичной трансформации традиционного обучения в соответствии с требующимися для последующей профессиональной деятельности обучающихся навыками.

Таким образом, можно утверждать, что в то время как информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) обеспечивают развитие дистанционного и смешанного обучения, мобильные технологии гармонично интегрируются в традиционное обучение. Стационарные компьютеры отрывают обучающихся от преподавателя и в некоторых случаях претендуют на вытеснение преподавателя из учебного процесса. В английском языке даже появился термин *tethered course* (*привязанный к стационарному компьютеру курс* - перевод авт.) как своего рода противопоставление учебному мобильному курсу (*mobile course*). Компактные мобильные устройства дополняют традиционные учебно-методические комплексы новыми форматами интерактивных заданий, которые могут успешно осуществляться как в рамках традиционных занятий на уроке, так и при автономной работе дома.

Как ни парадоксально это звучит, но сегодня языковой класс не нуждается в компьютерном оборудовании, поскольку все обучающиеся имеют различные мобильные устройства, которые могут быть эффективно использованы для оптимизации процесса преподавания. В сложившихся объективных условиях основная задача, которая стоит перед

13Подробнее см. статью Титова С.В. *Мобильное обучение сегодня: стратегии и перспективы*. Вестник Московского университета. Серия XIX. Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2012. № 1.

14HiST Mobile Project 2011-2015. URL: <http://www.histproject.no/node/256>

преподавателями, заключается в разработке и внедрении методик организованного и систематического применения мобильных устройств в учебных целях. Эта задача также обусловлена необходимостью мотивировать обучающихся целенаправленным и результативным использованием привычных для них инструментов (функций и приложений мобильных устройств) и потребностью минимизировать вред, наносимый их беспорядочным применением в учебном процессе.

Существуют различные способы применения мобильных устройств в учебном процессе, они зависят от того:

- где они используются - при автономной работе обучающихся и при работе в аудитории/классе;
- насколько часто планируется их применение - курс, полностью построенный на мобильных технологиях, или их единичная интеграция в учебный процесс;
- будет ли только использоваться готовый мобильный контент (pull content), или он будет совместно создаваться (push content);
- будут применяться личные мобильные устройства обучающихся или это будут устройства, предоставляемые учебным заведением.¹⁵

Сегодня уже можно говорить о сложившейся типологии мобильных приложений и инструментов:

- справочные приложения и инструменты (*словари, энциклопедии, переводчики*);
- коммуникативные инструменты (*инструменты Google, социальные сети, блоги*);
- инструменты для создания мобильных онлайн упражнений (www.mobilestudy.org; <http://www.bloometen.org/content/view/7/7/lang,english/>¹⁶);
- приложения для осуществления обратной связи с обучающимися (*Student Response Systems (SRS)*¹⁷, *mobile quizzes&polls*).

Таким образом, несомненными преимуществами использования мобильных устройств и технологий являются:

- мгновенный доступ к аутентичным учебным и справочным ресурсам и программам в любое время и в любом месте;
- постоянная обратная связь с преподавателем и учебным сообществом;
- учет индивидуальных особенностей студента - диагностика проблем, индивидуальный темп обучения и т.д.;
- повышение мотивации обучаемых за счет использования знакомых технических средств и виртуального окружения;

¹⁵Hockley N. <http://www.emoderationskills.com>

¹⁶Мобильные приложения и ресурсы см. на <http://titova.ffl.msu.ru>

¹⁷Подробнее о Student Response System см. HiST Mobile Project 2011-2015. URL: <http://www.histproject.no/node/256>

- организация автономного обучения;
- создание персонализированного профессионально ориентированного обучающего пространство ученика/студента;
- развитие навыков и способностей к непрерывному обучению в течение жизни.

Как известно, одним из основополагающих условий успешного применения любого технического средства обучения является выявление готовности участников учебного процесса к использованию данных средств. Готовность в данном случае предполагает доступность мобильных устройств, наличие информационно-коммуникационной компетенции участников учебного процесса или определенных навыков и умений использования мобильных устройств, психологическую готовность участников процесса, наличие доступа к мобильному Интернету. Для выявления готовности обучающихся к внедрению мобильных технологий на факультете иностранных языков и регионоведения Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова в период с сентября 2011 г. по март 2012 г. в рамках проекта *Мобильные устройства в преподавании иностранных языков: теория и практика* <http://titova.ffl.msu.ru/for-teachers/our-project.html> было проведено исследование, в котором приняло участие 230 студентов II-IV курсов.

Анкета-опросник по данному исследованию состоит из двух частей. Первая часть посвящена выявлению оптимального мобильного устройства, которое может быть использовано в учебном процессе, вторая часть фокусируется на возможностях применения мобильных приложений и функций мобильных устройств в процессе изучения иностранных языков¹⁸.

Результаты анкетирования показали, что 85% обучающихся имеют смартфон, при этом из 15% обучающихся, имеющих телефоны, 99% также обладают другими более продвинутыми мобильными устройствами - плеером, планшетным компьютером или нетбуком. 95,6% обучающихся имеют ноутбуки или планшетные компьютеры. Эти данные убедительно демонстрируют полную техническую готовность обучающихся к применению мобильных устройств в учебном процессе, то есть практически исключается возможность выпадения кого-то из работы из-за отсутствия необходимых устройств.

77% опрошенных студентов используют свои ноутбуки и/или планшетные компьютеры вне дома. Из чего можно сделать вывод о том, что на современном этапе развития и распространения техники сводится до минимума необходимость дорогостоящей компьютеризации классов для внедрения ИКТ в учебный процесс. Противники использования смартфонов в обучении могут интегрировать в традиционные занятия более удобные мобильные устройства с большими экранами.

¹⁸Титова С.В., Авраменко А.П. Анкетирование «Мобильные устройства в обучении». Москва, 2012. URL: <http://titova.ffl.msu.ru/for-students-ml-survey.html>

Итак, первая половина вопросов анкеты раскрыла безоговорочную подготовленность обучающихся к внедрению мобильных устройств в традиционный учебный процесс. Более того, *подобная подготовленность делает необходимость использования мобильных устройств неизбежной для минимизации вреда от их беспорядочного применения, ведущего к нарушениям дисциплины в учебном процессе.*

Вторая часть анкетирования была направлена на выявление функций мобильных устройств, которые, согласно опросу, 95,6% обучающихся используют в учебном процессе самостоятельно. При этом 80% опрошенных ежедневно применяют мобильные устройства в обучении, что свидетельствует о необходимости контроля за этим видом деятельности обучающихся со стороны преподавателей. Таким образом, меняется сама постановка вопроса: речь идет *не о необходимости внедрения мобильных устройств в обучение, а о разработке методики применения мобильных устройств*, которые уже повсеместно используются обучающимися самостоятельно в учебном процессе, однако достаточно стихийно и не всегда продуманно. Результаты проведенного исследования статистически подтверждают идею об актуальности применения мобильных устройств и их внедрения в традиционный курс иностранного языка.

Суммируя то, что было сказано выше, хочется еще раз отметить высокий дидактический потенциал мобильных устройств и технологий, которые помогут при условии их грамотной интеграции перейти к новой образовательной модели высшей школы. Мобильное обучение, основывающееся на принципе управляемого интерактивного самообучения¹⁹, поможет преодолеть деструктивное влияние ИКТ на познавательную и социальную деятельность человека. Имеется в виду практика повсеместного скачивания готовых статей и рефератов из сети для выполнения заданий, игнорирование правил авторского права, использование любых мобильных устройств в качестве шпаргалки, постоянная передача SMS сообщений во время учебного процесса, интернет-аддикция к социальным сетям и компьютерным играм на мобильных телефонах и т.д. Современный преподаватель сегодня в силах превратить мобильные устройства и технологии из угрозы для обучения в помощь и поддержку.

Литература

1. Куклев В.А. Становление системы мобильного обучения в открытом дистанционном образовании // Школьные технологии. 2010. № 4.
2. Титова С.В. Мобильное обучение сегодня: стратегии и перспективы // Вестник Московского университета. Серия XIX. Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2012. № 1.

¹⁹Куклев В.А. Становление системы мобильного обучения в открытом дистанционном образовании // Школьные технологии. 2010. № 4.

3. Титова С.В., Авраменко А.П. Анкетирование «Мобильные устройства в обучении». Москва, 2012. URL: <http://titova.ffl.msu.ru/for-students-ml-survey.html>
4. Commas-Quinn A. Learning to teach online or learning to become an online teacher// ReCALL, vol. 23(3), 2011. Cambridge University Press, 2011.
5. Coulling T. Ultrabook and pad launches will dominate CES news. Canalsys, 2012. URL: <http://www.canalsys.com/newsroom/ultrabook-and-pad-launches-will-dominate-ces-news>
6. eLearning Guild. Mobile Learning: What it is, why it matters, and how to incorporate it into your learning strategy. (2008) URL: <http://www.m-learning.org/knowledge-centre/whatismlearning>
7. HiST Mobile Project 2011-2015. URL: <http://www.histproject.no/node/256> Hockley N. <http://www.emoderationskills.com>
8. Kelly D. Lessons Learned from the MLearnConf 2011 Backchannel. URL: <http://www.learningsolutionsmag.com/authors/349/david-kelly>
9. Kukulska-Hulme A. Mobile learning for quality education and social inclusion. UNESCO IITI, Moscow, 2010.
10. Mobile Learning in Foreign Language Teaching <http://titova.ffl.msu.ru/>
11. Traxler J. Current State of Mobile Learning //Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training. 2009. URL: <http://www.aupress.ca/index.php/books/120155>

Усольцев В.Л.

Волгоградский государственный социально-педагогический
университет,
доцент, к.ф.-м.н.
usl2004@mail.ru

Современные проблемы информатики в подготовке магистров образования по программе “Информационные технологии в физико-математическом образовании”

Курс «Современные проблемы науки и образования» занимает одно из центральных мест в подготовке магистра образования по программе «Информационные технологии в физико-математическом образовании». В рамках этой дисциплины формируются основополагающие представления о фундаментальных проблемах информатики и образования, формируется система знаний о современном состоянии и тенденциях развития теории и практики информатики и образования. Также она обеспечивает формирование умения ориентироваться в проблематике современных исследований в сфере информатики и образования, находить связи между авторскими магистерскими исследованиями и актуальными направлениями исследований в сфере информатики и образования.

Дисциплина «Современные проблемы науки и образования» имеет глубокие связи с широким кругом других дисциплин, изучаемых в рамках образовательной программы подготовки магистра. Она является основой для всей дальнейшей профессиональной подготовки, прохождения практик, научной работы, подготовки магистерской диссертации.

В настоящей работе рассматривается преподавание первой части курса «Современные проблемы науки и образования», а именно – раздела «Современные проблемы информатики». Этот раздел читается в течение одного семестра. Работа посвящена, в основном, обсуждению содержания данной части курса, поскольку определение этого содержания остается достаточно сложной проблемой. Сложность эта, очевидно, обусловлена самой идеологией данного курса: информатика стремительно развивается, появляются все новые актуальные ее направления, а некоторые из уже существующих направлений переходят из статуса новых в разряд классических. При этом не всегда легко оценить степень перспективности и актуальности того или иного направления. Кроме того, при определении содержания раздела «Современные проблемы информатики» необходимо учитывать специфику и научные приоритеты образовательных учреждений, в которых читается курс.

Перед обсуждением содержания курса целесообразно рассмотреть организацию проведения занятий по данной дисциплине.

В ВГСПУ учебной программой дисциплины «Современные проблемы науки и образования» предусмотрено чтение лекций и проведение практических занятий. Лекционные занятия направлены на формирование систематизированных знаний в области основных направлений и проблематики современной информатики и образования. На практических занятиях формируются основополагающие понятия курса и умения применять полученные знания, осваивается опыт использования знаний и умений для решения задач профессиональной деятельности магистра. В соответствии со ФГОС, большая часть объема часов отводится на самостоятельную работу магистрантов (52 часа). На лекции и практические занятия отводится по 10 часов.

Практические занятия по дисциплине «Современные проблемы науки и образования» проводятся в форме обсуждения докладов, которые готовятся студентами по заранее предложенной тематике. Такая форма проведения практических занятий более соответствует решению задач магистерской подготовки, чем обычные семинары, проводимые в форме развернутой беседы. Кроме общих целей учебного процесса она преследует цель ознакомить студентов с элементами деятельности в академической среде, привить студентам навыки творческой работы и поиска новых идей и примеров конкретных технологий, воспитать у них самостоятельность мышления, а также выработать навыки публичного обсуждения научных проблем. Кроме того, эта форма обеспечивает необходимый уровень интерактивности практических занятий.

В рамках одного практического занятия выносятся на обсуждение 3 доклада продолжительностью в 15-20 минут. Тематика докладов, в основном, соответствует теме предшествующей лекции и подбирается таким образом, чтобы обеспечить углубление освоения наиболее значимых разделов дисциплины.

Подготовка доклада на практическом занятии занимает центральное место в самостоятельной работе студентов по данной дисциплине. Она предполагает подготовку студентом компьютерной презентации и выступления на практическом занятии на определенную тему, включающую систематизированный обзор соответствующих информационных источников. Объем разрабатываемой презентации должен составлять от 15-17 слайдов. Презентация должна содержать аннотированный список использованных информационных источников.

При подготовке доклада преподаватель проводит индивидуальную подготовительную работу с каждым докладчиком, в отличие от традиционных семинаров, где обычно консультируется вся группа в целом.

Содержание курса определяется на основании анализа состояния научной проблематики в современной информатике, с учетом анализа различных образовательных программ подготовки магистров, ориентированных на информатику. По мнению автора, можно сделать вывод о наличии в современной информатике нескольких магистральных

актуальных направлений, и, в дополнение к ним, нескольких направлений либо специализированного, либо синтетического характера, находящихся на стыках различных линий развития.

К наиболее «горячим» магистральным направлениям могут быть отнесены:

- современные разделы теоретической информатики,
- концепции и технологии распределенных вычислений (в частности, компьютерных сетей),
- управление данными,
- современные подходы в программировании, архитектуры приложений,
- искусственный интеллект.

К направлениям более узкого характера можно отнести современные архитектуры вычислительных систем, социальную информатику, биоинформатику, алгебраическую и вычислительную биологию и т.п.

К направлениям синтетического характера относятся информационная безопасность, современные парадигмы вычислений (такие, как параллельные вычисления, квантовые вычисления), интеллектуальный анализ данных (Data Mining), проблематика, связанная со свободным программным обеспечением и концепцией Web 2.0, а также мобильный компьютеринг.

Поскольку курс «Современные проблемы науки и образования» преследует цель дать как можно более широкое представление об актуальных научных направлениях в современной информатике, то желательно, чтобы в нем нашли отражение перечисленные выше отрасли информатики (в том или ином объеме). Необходимо отметить также, что приведенное выше деление информатики по направлениям носит, в значительной мере, условный характер.

Опыт преподавания автором дисциплины «Современные проблемы науки и образования» для магистрантов факультета математики, информатики и физики ВСГПУ позволяет предложить вариант наполнения содержания раздела «Современные проблемы информатики», изложенный ниже.

Первая лекция курса посвящена общим представлениям о современной информатике, выделению ее вышеперечисленных актуальных направлений и рассмотрению перспективных разделов теоретической информатики.

В начальной части лекции ставятся проблемы уточнения места информатики в системе наук и структуризации предметной области информатики, рассматривается эволюция представлений о предмете информатики в России, США и странах Западной Европы [1].

Здесь освещаются три основные точки зрения на предмет и область исследований информатики. В соответствии с первой из них,

доминирующей до середины 1990-х годов, информатика квалифицируется как комплексная техническая дисциплина, изучающая методы и средства автоматизированной обработки и передачи информации при помощи современных средств информатизации и, в первую очередь, с помощью ЭВМ и телекоммуникационных сетей.

Другая, более поздняя точка зрения (см., напр., [2]), рассматривает информатику одновременно и как фундаментальную естественную науку, и как комплексную область практической деятельности.

В соответствии с современными представлениями, информатика – это новая фундаментальная наука, постепенно приобретающая первостепенное значение не только для технических и естественных, но также и для гуманитарных наук [3].

Далее в лекции рассматриваются объект и предмет изучения в современной информатике, освещаются новые представления о структуре предметной области информатики как фундаментальной науки, обсуждаются современные тенденции развития информатики.

В следующей части лекции проводится систематизация наиболее актуальных научных направлений в информатике, о которых говорилось выше. Далее дается обзор тех из них, которые относятся к теоретической информатике.

Здесь кратко рассматриваются:

- проблематика теории кодирования, связанная с современной криптографией и алгоритмами сжатия информации;
- модели безопасности компьютерных систем;
- теория сложности алгоритмов;
- теория распознавания;
- формальная верификация программ.

При изложении материала особое внимание студентов обращается на математическую природу задач теоретической информатики. В частности, подчеркивается все возрастающая роль алгебры в развитии ряда теоретико-информатических направлений. Примером здесь может служить алгебраический подход к исследованиям вычислительной сложности ограничений задачи CSP (Constraint Satisfaction Problem) [4]. Задача CSP в течение долгого времени служит объектом исследований в различных областях информатики: искусственном интеллекте, логике и теории баз данных.

Лекция завершается рассмотрением тенденций в развитии архитектур многопроцессорных вычислительных систем (в частности, дается понятие гетерогенной вычислительной системы) и кратким обзором современных парадигм вычислений. Здесь обсуждаются концепции параллельных и распределенных вычислений, а также дается понятие о квантовых вычислениях.

Примерная тематика докладов на семинаре, следующем за первой

лекцией:

- Задачи современной криптографии;
 - Модели безопасности компьютерных систем;
- Гетерогенные вычислительные системы.

Вторая лекция курса посвящена концепциям и технологиям распределенных вычислений, а также связанной с этим более широкой проблематике.

Здесь рассматриваются тенденции развития сетевых технологий (например, технология MPLS и концепция Carrier Ethernet), кластеры и грид-системы. Далее достаточно подробно излагаются основы концепции облачных вычислений (подходы Hardware-as-a-Service Software-as-a-Service, Platform-as-a-Service, Infrastructure-as-a-Service; виртуализация серверов); приводятся примеры облачных решений.

Следующий раздел лекции посвящен концепции Web 2.0 и связанной с ней научной проблематикой. Здесь рассматривается технологическая база Web 2.0 и проблемы интеграции Web 2.0 в корпоративные среды, в частности, соответствующие технологии в образовании.

Завершает лекцию рассмотрение проблем социальной информатики и перспектив мобильного компьютеринга.

Примерная тематика докладов на семинаре, следующем за второй лекцией:

- Кластеры;
- Грид-системы;
- Облачные вычисления.

В третьей лекции рассматривается направление в современной информатике, связанное с управлением данными.

Лекция начинается с обсуждения направлений развития моделей данных (см., напр., [5]). Рассматривается четыре вида моделей данных:

- темпоральная модель;
- многомерная модель;
- объектно-ориентированные модели;
- модель на основе языка XML.

Далее рассматриваются компьютерные системы поддержки принятия решений (СППР), их задачи, и архитектура СППР, основанная на концепции хранилищ данных. Обсуждаются различия между хранилищами данных и классическими системами оперативной обработки транзакций (OLTP), дается понятие об оперативной аналитической обработке данных (OLAP).

В заключение рассматривается интеллектуальный анализ данных (Data Mining) (см., напр., [6]), виды его задач, а также направления, развивающиеся на его основе: визуальный анализ данных (Visual Mining), анализ неструктурированного текста (Text Mining) и Web Mining – технология, использующая методы Data Mining для исследования и извлечения информации из Web-документов и сервисов.

Примерная тематика докладов на семинаре, следующем за третьей лекцией:

- XML-модель данных и ее обработка;
- Хранилища данных;
- Интеллектуальный анализ данных.

Четвертая лекция посвящена современным подходам в программировании и современным архитектурам приложений.

Здесь рассматривается компонентное программирование, основные компонентные модели, такие, как COM, JavaBeans и компонентные среды (J2EE, .NET). Также уделяется внимание функциональному программированию и примерам современных функциональных языков (Haskell, F#).

Далее приводится классификация программных систем по их архитектуре, и рассматриваются Web-сервисы, представляющие собой компонентную технологию более высокого порядка, чем перечисленные выше. Завершает данный раздел описание сервис-ориентированной архитектуры приложений (SOA, Service-Oriented Architecture, см., напр., [6]) и понятие о ресурсно-ориентированной архитектуре (ROA, Resource-Oriented Architecture), основанной на концепции RESTful-веб-сервисов.

Лекция завершается обзором трех наиболее известных подходов к интеграции приложений (в частности, рассматривается понятие композитных приложений) и понятия архитектуры, управляемой моделями (MDA, Model-Driven Architecture).

Примерная тематика докладов на семинаре, следующем за четвертой лекцией:

- Компонентное программирование;
- Сервис-ориентированная архитектура приложений;
- Универсальный язык моделирования UML.

Последняя лекция курса посвящена проблематике одной из наиболее активно развивающихся областей информатики – искусственного интеллекта (см., напр., [7]).

Здесь рассматриваются перспективные модели искусственных нейронных сетей (RBF-сети, гибридные сети), различные подходы эволюционного моделирования (генетические алгоритмы, генетическое программирование, эволюционное программирование), онтологии и мультиагентные системы.

Примерная тематика докладов на семинаре, следующем за пятой лекцией:

- Онтологии;
- Интеллектуальные мультиагентные системы;
- Генетические алгоритмы.

Безусловно, предложенное наполнение курса «Современные проблемы науки и образования» должно постоянно корректироваться в

соответствии с дальнейшим развитием информатики.

Литература

1. Колин К.К. Информатизация образования и фундаментальные проблемы информатики // Образовательные технологии. 2010. N 2. С. 18-29.
2. Ершов А.П. Информатика: предмет и понятие. В кн. Кибернетика. Становление информатики. М.: Наука, 1986. С. 28-31.
3. Колин К.К. Становление информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы // Системы и средства информатики. Спец. вып. Научно-методологические проблемы информатики: : сб. научных тр. Под ред. К.К. Колина. М.: ИПИ РАН, 2006. С. 7-57.
4. Bulatov A., Krokhin A., Jeavons P. The complexity of constraint satisfaction: An algebraic approach // Structural Theory of Automata, Semigroups and Universal Algebra. Berlin: Springer-Verlag, 2005. P.181-213.
5. Кузовкин А.В., Цыганов А.А., Шукин Б.А. Управление данными. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 256 с.
6. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Холод И.И., Тесс М.Д., Елизаров С.И. Анализ данных и процессов. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 512 с.
7. Теория информационных процессов и систем. Под ред. Б.Я. Советова. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 432 с.
8. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы. М.: Финансы и статистика, 2006. 424 с.

Фёдоров А.А.

Институт экономики и организации промышленного производства
СО РАН (ИЭОПП СО РАН),
к.т.н., старший научный сотрудник
fedorov.storyteller@gmail.com

Стратегии работы с классами источников финансирования в интернет-пространстве

Настоящая статья служит логическим продолжением работы [1], опубликованной в сборнике избранных трудов Международной научно-практической конференции “Современные технологии и ИТ - образование”, проходившей в 2011 году в МГУ им. М.В. Ломоносова. В [1] обсуждалась интеграция современных информационных технологий в задачу поддержки и развития научно-исследовательской деятельности, а также рассматривались различные методы получения информации в интернет-пространстве, искомой согласно определённому критерию.

Как и в [1], в данной работе рассматривается практическая задача по поиску источников финансирования различной деятельности, грантовых программ. Рассматриваются **стратегии** работы с классами источников финансирования. Связь [1] с данной работой заключается в том, что в первой рассматривается инструментарий работы в интернет-пространстве, который в общем, помогает найти необходимую информацию. В данной же работе детально прописаны стратегии использования этого инструментария, в целях определения классов источников финансирования. Таким образом, [1] и настоящая работа дополняют друг друга и вкпе являются руководством для практического использования и действия.

1. Классы источников финансирования

Здесь мы будем говорить именно о таких классах (источниках финансирования), в которых можно получить финансирование для своей деятельности. В [1] эти классы были лишь названы с определением их элементов (смотрите стр. 240-241 в [1]), без детализации их структуры и работы с ними. Здесь же идет подробное представление.

Определение источников финансирования – это ещё только **половина дела**. Важно в целом построить стратегию δ , которая **регламентирует** правила работы в том или ином классе источников.

В данной работе определяется **четыре** основных класса источников финансирования. Несмотря на то, что авторское разбиение на классы в чём-то условно и субъективно, оно **детерминирует** работу по поиску источников финансирования и **облегчает** понимание, как взаимодействовать более эффективно с конкретным классом, чтобы в этом

классе получить финансирование.

Министерства РФ, Федеральные подведомственные министерствам службы, Федеральные целевые программы, подпрограммы этих ФЦП, грантообразующие *фонды и организации, госкорпорации* – все эти структуры являются инициаторами **схем финансирования** различной деятельности в областях *культуры, бизнеса, науки, социальной сферы, здоровья, технологий, техники* и в *междисциплинарной* сфере этих областей. Названные структуры можно разбить на отдельные классы, которые способны профинансировать ту или иную деятельность, в частности, научно-техническую и научно-исследовательскую. В некоторых случаях эти классы могут пересекаться в своих элементах. На каждом классе следует формировать свою стратегию δ получения информации о схемах финансирования, которые иницируют элементы этого класса.

Далее, при описании стратегий, будем разъяснять механизм доступа к источникам в каждом классе, для того, чтобы каждый желающий мог получить информацию из источника, т.е. информацию о конкретной схеме финансирования. Стратегии будем описывать словесно.

1.1 Класс A и его элементы

Первый класс, с которого мы начнём, обозначим через **A**, и опишем стратегию δ_A работы с элементами этого класса.

Структура этого класса такова $A = \{a_1, a_2, a_3\}$, где элементы a_i , $i=1,2,3$ имеют вид $a_1 = [\text{Министерства РФ}]$, $a_2 = [\text{Подведомственные Министерством службы и агентства}]$, $a_3 = [\text{Неподведомственные службы и агентства}]$. Все элементы этого класса являются федеральными по принадлежности. Конкретизированный список элементов класса **A** для *России* представлен в таблице A раздела 3 настоящей статьи.

Как получить ту информацию о схемах финансирования, которые иницируют элементы класса **A**? Для этого опишем работу этих элементов, они функционируют следующим образом.

Рассмотрим произвольный год, например, 2011 год. *Во-первых*, у каждого объекта класса **A** есть свой официальный **web-сайт** в Интернете. Примерно в период с начала года, в январе или феврале[←] и по начало апреля того же года, на web-сайтах элементов класса **A** появляются *планы государственных закупок*. Данные планы можно скачать на компьютер и просмотреть или же просмотреть сразу на сайте в режиме “online”. Это обычные файлы в формате **doc** или **pdf**. Файлы так и называются “*План-график госзакупок на такой-то год ...*”. Такой план может быть составлен на *весь год сразу*, либо на его часть – *квартал, полгода* и т.д. Далее, в файле госзакупок анализируется таблица, в которой указаны *темы закупок, сроки, статус*, предполагаемый *объём финансирования*, выделенный на данную закупку, а также некоторые другие параметры, играющие роль. *Строки таблицы* – это своеобразные *лоты* закупок. Сколько строк в таблице,

← Точных дат нигде не указывается, и автор определил это опытным путём.

столько и лотов, столько закупок и планируется сделать организацией. Следует отметить, что под закупкой понимается не только закупка материально-технических средств (компьютеров, ксероксов, канцелярских товаров, услуг связи и т.д.). Закупкой также может называться запрос на выполнение **научно-исследовательских работ** для нужд конкретного элемента класса **A**, например, для нужд какого-либо *Министерства*.

1.1.1 Стратегия поведения с элементами класса A

Таким образом, если найден в плане-графике закупок интересный лот, и есть желание его “отработать”, то действия следующие. Как уже было сказано выше, каждый лот имеет запланированную и указанную в плане-графике закупок временную дату своего осуществления, обозначим её через **T**. Тогда во временной “окрестности” этой даты необходимо выйти на официальный *web*-сайт “Госзакупок РФ” www.zakupki.gov.ru и по параметрам лота найти в системе информацию о данном лоте. При этом поиск на сайте госзакупок можно сделать по *дате*, по *названию*, по *госзаказчику* и другим *характерным* параметрам лота, которые можно посмотреть в плане-графике госзакупок, который прежде был загружен с *web*-сайта элемента класса **A**, например, с *web*-сайта *Министерства образования и науки РФ*. Когда найден лот на *web*-сайте госзакупок, то следует скачать конкурсную документацию для участия в этом лоте. Далее оформить заявку на конкурс. Более того, очень важно то, что в процессе поиска интересующей закупки (лота) на официальном сайте госзакупок, возможно пользоваться *бесплатной* и *круглосуточной* телефонной линией, где оператор ответит на любые вопросы.

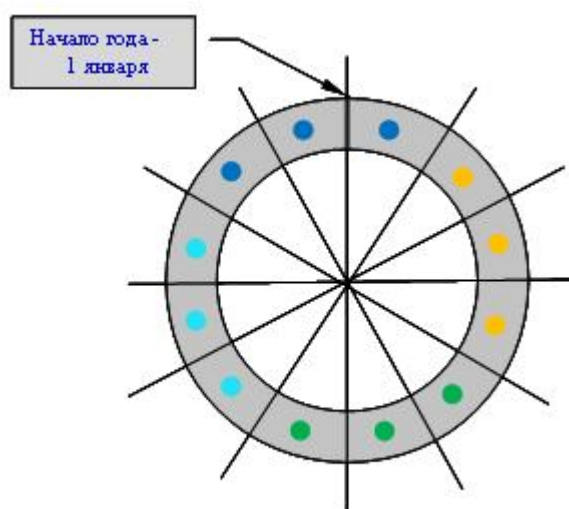


Рис. 1

Почему следует работать с официальным *web*-сайтом *госзакупок*? Потому что все федеральные структуры (элементы класса **A**) обязаны подавать информацию о своих закупках на этот сайт по законодательству⁷.

⁷ → Для госкорпораций есть исключения. Здесь не обсуждаются.

Как ещё можно поступить, если вдруг не найдена информация на официальном сайте *госзакупок* о закупке (лоте), которая заинтересовала в плане-графике закупок организации. Можете написать электронное письмо на адрес или позвонить по телефону для срочности, которые указаны на сайте соответствующего элемента класса *A* (например, *Министерства*) и выяснить все вопросы по закупке с лицом осведомлённым относительно закупочной деятельности. Такое лицо, указано, как правило, в разделе “*Контакты*” на *web*-сайте.

Далее, рассмотрим последовательность схематичных рисунков, поясняющих то, как работают элементы класса *A*, и как должна выглядеть стратегия δ_A по получению финансирования в данном классе. Рассмотрим произвольный год в виде круга, разбитого на двенадцать частей – месяцев (см. рис. 1). Верхняя жирная риска черного цвета на этом круге относится к 1-му января – началу года. Месяцы отсчитываются против часовой стрелки (это условно).

Точки синего (“зимнего”) цвета, начиная с правой крайней, суть зимние месяцы: *декабрь*, *январь* и *февраль*. Затем следуют точки бирюзового цвета – весенние месяцы *март*, *апрель* и *май*. Далее идут точки зелёного цвета – это *июнь*, *июль*, *август* – летние месяцы. И, наконец, точки оранжевого цвета (“осеннего”) – это *сентябрь*, *октябрь* и *ноябрь*.

Затем “развернём” наш год в линию, как показано на рисунке 1.1.



Рис. 1.1. “Развёрнутый” во временную линию год

Таким образом, опишем стратегию δ_A поведения с элементами класса *A*, с учётом сделанных схематичных рисунков.

В один из месяцев *январь*, *февраль* или *март* мы должны осуществить событие $E_1 = \{\text{скачать план-график с web-сайта элемента класса } A\}$ (см. рис. 1.2). Затем мы определяем в этом плане-графике интересные нам закупки (лоты) и фиксируем даты их запланированного официального оповещения (заявления, анонсирования) на официальном сайте *госзакупок*. Допустим, это временная дата есть *T*, т.е. та дата, когда интересующая нас закупка планируется появиться официально на сайте *госзакупок*. Пусть эта дата, например, выпадает на начало июня (см. рис. 1.2).

В окрестности этой даты *T* необходимо периодически выходить на сайт *госзакупок* и осуществлять поиск (см. рис. 1.3) закупки на этом сайте по характерным параметрам поиска, которые указаны в плане-графике *госзакупок*. Когда заявка будет найдена на сайте *госзакупок*, то необходимо скачать конкурсную документацию этой заявки и следовать инструкциям,

чтобы участвовать в конкурсе. Заполнив заявку качественнее других (конкурентов), можно выиграть конкурс и получить финансирование. Адрес официального сайта *госзакупок* в интернете: www.zakupki.gov.ru. Круглосуточная справочная бесплатная телефонная линия на сайте 8 800 100-94-94, платная +7 495 539-29-99, факс +7 495 539-29-98, электронная почта helpdesk@zakupki.gov.ru.

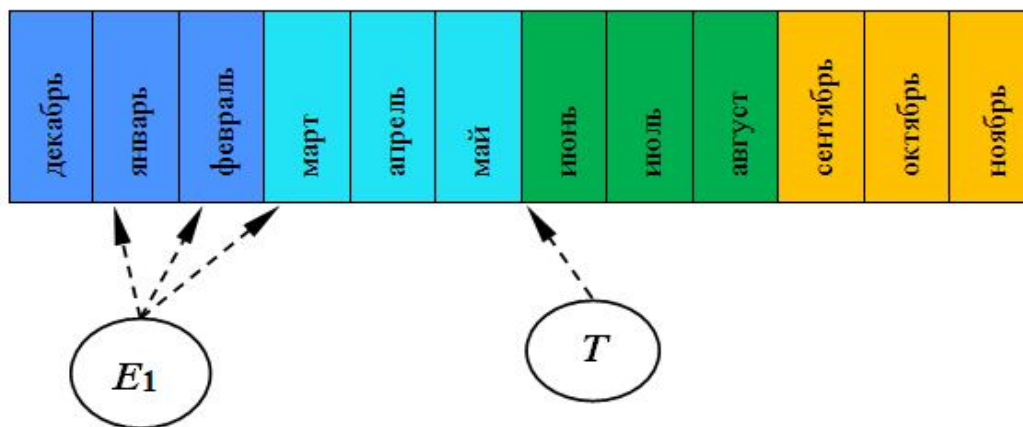


Рис. 1.2. Осуществление событий



Рис. 1.3 В окрестности временной точки T - Вы ищите свою закупку

Так выглядит стратегия δ_A работы с элементами класса A . Мы описали её словами.

1.2 Класс B и его элементы

Следующий рассматриваемый класс мы обозначим через B и опишем стратегию δ_B взаимодействия с элементами этого класса.

Структура этого класса такова $B = \{b_1, b_2\}$, где элементы b_i , $i = 1, 2$ имеют вид $b_1 = [\text{Федеральные целевые программы (ФЦП)}]$, $b_2 = [\text{Подпрограммы ФЦП}]$. Все элементы класса B являются федеральными по принадлежности. Скажем несколько слов о ФЦП.

ФЦП – это Федеральная Целевая Программа[←]. Такие программы

[←] Далее, если это не искажает смысла, ФЦП будет называться просто “программой”.

инициируются на уровне *Правительства РФ* и утверждаются за подписью *Президента РФ* или *Премьер министра РФ*, или же профилирующих *Министров РФ*, или же соответствующих других уполномоченных на подпись лиц. *Правительство РФ* инициирует *ФЦП* для того, чтобы разрешить существующие *проблемы и задачи*. Уже само название "*Федеральная целевая программа*" говорит о том, что это государственная программа, у которой есть определённая *цель*. *ФЦП* инициируются в рамках деятельности соответствующих *Министерств*. Сроки реализации *ФЦП* устанавливаются разные по продолжительности, что зависит от *природы* решаемых задач и проблем, согласно конкретной программы. Программа может реализовываться два года или десять лет и более того.

Полезно знать все федеральные целевые программы, чтобы на качественном уровне иметь представление о том, на какие направления *Правительство РФ* ведёт расходы целенаправленным образом, какие приоритеты существуют в плане финансирования со стороны государства. Получить список всех *ФЦП* можно при помощи таких систем как "*Гарант*", "*Консультант*" или "*Дельта*". Это специализированные системы с постоянно обновляемыми базами по нормативному и законодательному праву *России*, со справочными разделами в разных предметных областях: *общее законодательство, уголовное, семейное, административное* и т.д. Для нахождения всего списка *ФЦП*, которые были инициированы вплоть до текущего момента (момента, когда осуществляется поиск в системе), в одной из таких систем необходимо набрать в окне поиска "*федеральная целевая программа*" и система выдаст весь список постановлений *Правительства РФ* о *ФЦП* и всю детальную информацию.

1.2.1 "Шапка" федеральной целевой программы

В "шапке" *ФЦП* находится следующая информация: **(1)** Дата постановления о программе, **(2)** Краткая информация миссии данной *ФЦП*, **(3)** Название программы, **(4)** Паспорт программы. В свою очередь **паспорт** программы содержит следующую информацию в опциях: **(a)** Наименование *ФЦП*, **(b)** Дата принятия решения о разработке *ФЦП*, **(c)** Государственный заказчик – координатор *ФЦП*, **(d)** Государственные заказчики *ФЦП*, **(e)** Цель *ФЦП*, **(f)** Основные задачи *ФЦП*, **(g)** Важнейшие целевые индикаторы и показатели *ФЦП*, **(h)** Срок и этапы реализации *ФЦП*, **(i)** Объемы и источники финансирования *ФЦП*, **(j)** Ожидаемые конечные результаты реализации *ФЦП* и показатели социально-экономической эффективности.

1.2.2 Перечень федеральных целевых программ

На данный момент *ФЦП* и их подпрограммы покрывают следующие направления развития социума: *развитие высоких технологий, жилье, транспортная инфраструктура, Дальний Восток, село, социальная инфраструктура, безопасность, развитие регионов, развитие государственных институтов*.

Полноценный *web-сайт* о всех *ФЦП* находится по адресу www.fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/Title/1/2011, где собрана

подробная информация о программах.

Некоторые ФЦП имеют собственные *web*-сайты, где можно получить информацию о лотах участия в мероприятиях конкретной ФЦП.

1.2.3 Федеральные целевые программы в интернете. Web-сайты ФЦП

Федеральная целевая программа может иметь собственный *web*-сайт в интернете, на котором находится вся информация о данной программе.

Рассмотрим на примере конкретной программы её *web*-сайт и его структуру. Это федеральная целевая программа “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы”. Сайт программы находится по адресу www.fcpir.ru. У данной программы есть пункты меню: “Программа”, “Госзаказчики”, “Формирование тематики”, “Технологические платформы”, “Конкурсы”, “Экспертиза”, “Контракты”, “Пресса”, “Мониторинг”. Они все важны, и каждый несёт свою смысловую нагрузку и предназначен для конкретных целей в процессе оформления заявки. На всех пунктах не будем останавливаться и прокомментируем пункты “Формирование тематики” и “Конкурсы”. В первом из них можно подать свою заявку в рамках данной ФЦП по конкретной тематике, которую самостоятельно формирует заявитель по актуальной теме. Во втором – возможно проводить мониторинг того, какие конкурсы уже закончились, какие объявлены (разыгрываются) на данный момент, и в которых можно принять участие при желании.

На сайтах ФЦП есть *телефоны* и *электронные адреса* для справок. Это очень удобно, потому что при появлении вопросов во время оформления заявки можно позвонить и спросить всё что интересует в рамках подачи заявки. Справочный телефон по этой конкретной программе из нашего примера 8 (495) 642-00-70, электронный адрес дирекции программы direction@fcntp.ru.

Чтобы участвовать в мероприятиях конкретной программы, следует взаимодействовать с её *web*-сайтом. К сожалению, не все ФЦП на данный момент имеют собственный *web*-сайт в Интернете, поэтому информацию о мероприятиях и конкурсах ФЦП следует в общем случае “отлавливать” на официальном сайте *госзакупок* (www.zakupki.gov.ru), который мы уже упоминали выше. И осуществлять поиск на этом сайте, например, по названию программы, по названию конкурса.

Следует отметить, что, например, к некоторым ФЦП “прикреплены” конкретные лица, обладающие детальной информацией об этих программах. У них можно по телефону прояснить все детали о ФЦП. Например, такая практика распространена в работе *Министерства образования и науки России*, когда можно по той ФЦП, которая инициирована этим *Министерством*, позвонить на указанный номер телефона на *web*-сайте этого *Министерства* и спросить всё то, что необходимо по этой программе.

1.2.4 Стратегия поведения с элементами класса В

Таким образом, стратегия δ_B поведения с элементами класса **В** заключается в следующем. Рассмотрим эту стратегию на примере ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы”, у которой есть web-сайт по адресу www.fcpir.ru. Реализация стратегии начинается с выхода на этот web-сайт. Затем осуществляется переход в раздел “Конкурсы” главного меню, и далее, переход в раздел 2012 года о конкурсах. Далее, просматривается список мероприятий в этом разделе. В основе реализации любой программы лежат **программные мероприятия**.

Определение. Программные мероприятия – это совокупность организованных, взаимосвязанных по срокам, ресурсам и результатам действий, направленных на достижение целей и решение задач Федеральных целевых программ.

Программные мероприятия ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы” структурно группируются в следующие функциональные блоки: **(1)** Блок “Генерация знаний”, **(2)** Блок “Разработка технологий”, **(3)** Блок “Коммерциализация технологий”, **(4)** Блок “Институциональная база исследований и разработок”, **(5)** Блок “Инфраструктура инновационной системы”. В программных мероприятиях, предполагающих проведение исполнителями **научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок**, государственные контракты распределены между **пятью приоритетными** направлениями реализации этой ФЦП: **(1)** Живые системы, **(2)** Индустрия наносистем и материалы, **(3)** Информационно-телекоммуникационные системы, **(4)** Рациональное природопользование, **(5)** Энергетика и энергосбережение.

В разделе “Конкурсы” в 2012 году указаны инициированные мероприятия. Первая цифра в номере мероприятия означает номер блока – от 1 до 5, а вторая – номер опции в этом блоке.

Далее, заходя по ссылке в конкретное мероприятие, переходим к **очередям**, которые в рамках данного мероприятия инициируются последовательно во времени с момента старта ФЦП. Если теперь **кликнуть** кнопкой мыши на одной из очередей, то перейдём в окно, которое содержит следующую информацию о выбранной очереди: **дату** инициирования очереди, **дату** вскрытия конвертов и **ссылки** на документы “Извещение”, “Конкурсная документация”, “Проект государственного контракта”, “Информационная карта проекта”, “Анкета организации”. Эти документы можно скачать к себе на компьютер и оформлять заявку на участие в конкурсе. В “Извещении”, например, смотрится число лотов в данной очереди, основные параметры лотов – кто госзаказчик, каков объём финансирования, названия лотов и т.д.

Так выглядит стратегия δ_B для тех программ, которые имеют свои

персональные web-сайты для работы с потенциальными участниками, т.е. когда непосредственно через сайт *ФЦП* можно скачать конкурсную документацию. Перечень таких программ отмечен звёздочкой “*” в таблице В раздела 3 данной статьи. Там, где нет звёздочки, это значит, что *web-сайт ФЦП* просто содержит всю информацию о программе, в том числе и о мероприятиях и конкурсах в виде планов-графиков, а непосредственно же конкурсную документацию не содержит. Если же интересующая *ФЦП* не имеет, собственного *web-сайта*, то искать конкурсы для участия в этой программе следует на официальном сайте *госзакупок РФ*, как это обсуждалось выше.

Примечание. Повторяясь, отметим, что на данный момент не все *ФЦП* имеют собственный *web-сайт*, что затрудняет прозрачность работы с такими программами.

В итоге, чтобы избежать путаницы и неопределенности при работе со всем множеством *ФЦП*, необходимо разбить их на группы. Принцип разбиения такой. **Первая группа.** Когда *ФЦП* представлена *web-сайтом*, содержащим две части (см. табл. 1).

Таблица 1

Общая информация о <i>ФЦП</i>
Функционал сайта для работы по конкурсам и мероприятиям <i>ФЦП</i>

Для работы с **первой** группой нет жесткой необходимости работать с сайтом *госзакупок*, поскольку непосредственно на *web-сайте* этой *ФЦП* можно получить всю информацию (вплоть до конкурсной документации) для работы с заявкой. **Вторая группа.** Когда *ФЦП* представлена *web-сайтом*, содержащим только одну часть – “*Общую информацию*” (см. первую строку в табл. 1).

Для работы со **второй** группой будет необходим *web-сайт госзакупок РФ*, чтобы получить все документы для оформления заявки на этом сайте. В этом случае на сайте *госзакупок* ищется по характерным признакам *ФЦП* информация о конкурсах в рамках этой *ФЦП*. Также можно использовать при поиске план-график *госзаказчика* этой программы.

Такова стратегия δ_B работы с элементами класса **B**, т.е. с федеральными целевыми программами и их подпрограммами. Эту стратегию следует видеть как продуктивную для получения финансирования в данном классе.

1.3 Класс C и его элементы

Следующий класс мы обозначим через **C** и опишем стратегию δ_C взаимодействия с этим классом.

Структура этого класса такова $C = \{c_1, c_2\}$, где элементы $c_i, i=1,2$ имеют вид $c_1 = [\text{Грантообразующие фонды}]$, $c_2 = [\text{Грантообразующие организации}]$. Элементы класса **C** могут быть как федеральными, так и частными по принадлежности или совместного партнёрства.

Элементы класса *C* ведут свою деятельность в рамках поддержки различных инициатив в области науки, искусства, литературы, здравоохранения, дизайна, журналистики, кино, фотографии, бизнеса, социальной сферы и на их стыке. Поддержка осуществляется в виде конкурсов, стипендий, премий, грантов, субсидий и других схем поддержки.

В зависимости от политики ведения дел, интересов, приоритетов, миссии и устава элементы класса *C* могут сами инициировать мероприятия, которые им интересны и полезны для людей и общества, и поощрять за участие в них, но также могут спонсировать *сторонние* мероприятия, если инициатор мероприятия заинтересует своей идеей.

Одним словом можно сказать, что элементы класса *C*, т.е. *грантообразующие фонды и организации* поддерживают разные *добрые, полезные, востребованные* инициативы, которые улучшают качество жизни отдельных социальных групп или общества в целом.

Создаются элементы класса *C* *инициативными* людьми – теми, кто склонен к *благотворительности, оказанию помощи, кто не жаден, хочет помогать людям – детям, инвалидам, ученым, учителям, журналистам, политикам, студентам, исследователям* и т.д. Параллельная причина создания таких структур – это желание уменьшить налоги для своего бизнеса. Однако элемент класса *C* может быть создан и формально, например, для *отмывания денег*, но мы здесь не будем рассматривать эту проблему, хотя она очень актуальна при изучении финансовых потоков.

Взаимодействовать с элементами класса *C*, например, с *фондами*, можно в двух направлениях. В *первом* случае, когда Вы обращаетесь в фонд за поддержкой своей собственной инициативы. Во *втором*, когда фонд анонсирует поддержку своих инициатив, в которых можно принять участие.

Чтобы понять имеет ли смысл взаимодействовать с тем или иным фондом, необходимо изучить миссию и политику поддержки инициатив этого фонда, прочитать о том, какие конкурсы и программы фонд уже поддерживал. После того, как это сделано, можно обратиться с подробным запросом в руководство фонда.

Все элементы класса *C*, как правило, имеют собственные *web-сайты*, на которых есть вся информация об их *деятельности*, а также *электронные адреса, контактные телефоны* руководства и *справочные телефоны* для разъяснения вопросов.

1.3.1 Стратегия поведения с элементами класса C

Таким образом, стратегия δ_x взаимодействия с элементами класса *C* заключается в следующем. Необходимо выйти на *web-сайт* элемента класса *C* (грантообразующего фонда или организации) изучить деятельность элемента, т.е. его *интересы, приоритеты, миссию, историю создания* и т.д. Далее посмотреть на *web-сайте* фонда[←], какие *конкурсы, стипендии, премии, субсидии* и т.д. инициирует этот фонд, и примерить к своим *идеям, мыслям,*

[←] О тех инициативах, которые грантообразующий фонд или грантообразующая организация поддерживают, информация также подробно представлена на их *web-сайтах*.

инициативам и пожеланиям, оценивая степень своего возможного участия и взаимодействия с этим фондом. Определившись в намерениях, можно подавать заявку.

В таблице С раздела 3 данной работы представлены названия и *web*-сайты 103 элементов класса **C** – грантообразующих фондов и организаций.

Такова стратегия δ_C работы с элементами класса **C**, т.е. с грантообразующими фондами и организациями. Стратегия является продуктивной.

1.4 Класс D и его элементы

Следующий класс мы обозначим как **D** и опишем стратегию δ_D взаимодействия с этим классом.

Элементами этого класса назовём *государственные корпорации (госкорпорации) России*. В таблице D раздела 3 данной работы представлены названия госкорпораций *России*. Здесь мы не будем затрагивать историю вопроса о госкорпорациях и их правовом статусе. Роль госкорпораций неоднозначна и может быть в чём-то противоречива. Определение термина “государственная корпорация” следующее.

Государственная корпорация (ГК) – организационно-правовая форма некоммерческих организаций в *России*. Государственной корпорацией признаётся не имеющая членства некоммерческая организация, учрежденная *РФ* на основе имущественного вноса и созданная для осуществления социальных, управленческих или иных общественно полезных функций.

Список госкорпораций с указанием их *web*-сайтов представлен в таблице D раздела 3 настоящей работы. Этот список позволяет прописать элементы класса **D**. Тогда структура этого класса такова $D=\{d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7\}$, где элементы $d_i, i=1, 2, \dots, 7$ имеют вид $d_1=[\text{Агентство по страхованию вкладов}]$, $d_2=[\text{Внешэкономбанк}]$, $d_3=[\text{Роснано}]$, $d_4=[\text{Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства}]$, $d_5=[\text{Олимпстрой}]$, $d_6=[\text{Ростехнологии}]$, $d_7=[\text{Росатом}]$.

Статус принадлежности элементов класса **D** – федеральный.

1.4.1 Стратегия поведения с элементами класса D

Таким образом, стратегия δ_D взаимодействия с элементами класса **D** заключается в следующем. Опишем словами эту стратегию.

Если есть желание взаимодействовать с какой-либо *госкорпорацией* (элементом класса **D**), например, участвовать в *конкурсах, тендерах* или *закупках* (назовём их *инициативами*), которые осуществляет эта госкорпорация, то следует искать такие инициативы на официальном сайте *госзакупок России* по адресу www.zakupki.gov.ru, который уже не раз в данной работе упоминался. Поиск делать необходимо по характерным параметрам той информации, которая ищется, например, по названию *госзаказчика* или по названию *инициативы* и т.д.

Поскольку для госкорпораций не предусмотрена (по

законодательству) подача информации о закупках на официальный *web*-сайт *госзакупок* в обязательном порядке, то информацию можно также искать непосредственно на официальных *web*-сайтах самих госкорпораций. Как правило, такая информация на принадлежащих им *web*-сайтах находится в таких разделах меню как “Деятельность”, “Закупки”, “Конкурсы”, “Стипендии”, “Премии”, “Гранты” и подобных синонимичных им по смыслу. Определившись в намерениях, можно подать заявку.

Примечание. Если при работе с *web*-сайтом какой-либо из госкорпораций и поиске необходимой информации на этом сайте, появляются вопросы, то следует просто звонить на бесплатную линию (8 800 ...) или другие справочные телефоны этой госкорпорации и спросить всё что интересует. Также используйте для разрешения вопросов *пресс-службы* и *пресс-центры* госкорпораций. Личный опыт общения автора данной статьи говорит о том, что на вопросы отвечают полноценно и доброжелательно.

2. Результаты

В настоящей работе синтезированы и представлены стратегии δ_A , δ_B , δ_X , δ_A работы с классами **A, B, C, D** источников финансирования в интернет-пространстве. Рассмотрены полные циклы получения финансирования. Работа представляет интерес для всех инициативных людей как с точки зрения описательной теории структуры “Грантового” пространства *России*, так и с точки зрения практики поиска и получения финансирования деятельности и инициатив. В сочетании с [1], данная работа является не только источником релевантной информации, но и руководством к действию для поиска схем финансирования, с последующей реализацией своих стратегий в “Грантовом” пространстве *России*. Расширенный вариант данной статьи, с включением полезной дополнительной информации, представлен в электронном варианте сборника трудов данной конференции.

Литература

1. Фёдоров А.А. Интеграция информационных технологий в задачу поддержки и развития научно-исследовательской деятельности // Сборник избранных докладов научно-практической конференции: учебно-методическое пособие. Под ред. проф. В.А.Сухомлина. М.: ИНТУИТ.РУ, 2011. 1052 с.
2. Блам Ю.Ш., Соловецкий А.С. Информационные технологии в экономике Новосибирск: Издательство СО РАН, 2007. 268 с.
3. Социальная информатика: Основания, методы, перспективы / Отв. ред. Н.И. Лапин. Изд. 2-е, стереотипное. М.: КомКнига, 2006. 216 с.
4. Давыдов А.А. Системная социология: Введение в анализ динамики социума. – М. Издательство ЛКИ, 2007. 248 с.
5. Информационные ресурсы Интернета.

СЕКЦИЯ 2. E-LEARNING, ИТ В ОБРАЗОВАНИИ

Абдалова О. И.,
Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники (ТУСУР), заместитель по электронному обучению
заведующего кафедрой прикладной математики и информатики (ПМИИ)

aoi@pmii.tusur.ru

Гураков А.В.,
ТУСУР, старший преподаватель ПМИИ

gav@pmii.tusur.ru

Сметанин С. В.,
ТУСУР, доцент ПМИИ

ssv@pmii.tusur.ru

Шульц Д. С.
ТУСУР, ассистент ПМИИ

sds@pmii.tusur.ru

Технология организации и проведения вебинаров

Аннотация

На примерах вебинаров по различным дисциплинам (информатика, высшая математика, физика) иллюстрируются различные модели проведения такого рода занятий. Описывается технологический процесс организации вебинаров на факультете дистанционного обучения ТУСУР. Делается вывод о перспективности внедрения такой формы интерактивных занятий, как вебинар.

С целью повышения качества подготовки студентов на факультете дистанционного обучения (ФДО) Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) внедрена такая форма проведения интерактивных занятий, как вебинар (webinar, интернет-семинар, онлайн-семинар). Вебинар представляет собой синхронный вид занятий, когда все его участники (преподаватель, студенты) имеют доступ (по интернет-ссылке) к виртуальной аудитории специального веб-сервиса.

Применение видео и/или аудио, текстового чата, интерактивной доски позволяет провести аналогию между вебинарами и аудиторными лекциями, практическими занятиями или семинарами в очном обучении. Участники такого занятия могут не только слушать и смотреть подготовленный материал преподавателя, но и задавать вопросы, комментировать, как в письменной, так и в устной форме. Преподавателю в виртуальной аудитории предоставляется широкий набор инструментов для иллюстрации излагаемого материала: совместный просмотр слайдов, сайтов, текстовых документов, демонстрация рабочего стола своего компьютера; добавление в динамическом режиме поясняющих объектов (рисунки, формулы и т.п.) на интерактивной доске.

Не привязываясь к определённому сервису для проведения

вебинаров, в [3, с.17] сформулированы некоторые практические рекомендации по их организации и проведению. Из них особый интерес представляет организация вебинаров по моделям:

- лекция-презентация с несколькими опросами в течение занятия;
- проблемный семинар с общими и индивидуальными опросами студентов;
- практическое занятие по решению задач и заданий;
- инструктаж-тренинг по методике выполнения лабораторных работ;
- групповая консультация по теме, определенной запросами студентов или заданной преподавателем;
- индивидуальная консультация по запросу конкретных студентов.

Как показывает практика, студентам ФДО зачастую недостаточно знакомства с одним учебным пособием, дополнительной литературой для полноценного изучения дисциплин и успешной сдачи экзаменов. В особенности это касается таких дисциплин, как информатика, высшая математика, физика, программирование и т.п., так как они достаточно сложны при самостоятельном освоении, а также являются базовыми и изучаются в начале обучения на инженерных специальностях. Последний факт усугубляет проблемы адаптации в дистанционном обучении на начальном этапе. Поэтому именно по перечисленным дисциплинам в первую очередь были организованы вебинары.

The image shows a screenshot of a webinar interface. The main part is a presentation slide titled "Контроль знаний" (Knowledge Control). The slide features a central cloud labeled "Контроль знаний" connected to several categories of work: "Интернет-семинары" (Internet seminars), "Лабораторные работы" (Laboratory works), "Курсовые" (Course projects), "Проекты" (Projects), and "Контрольные работы" (Control works). The "Контрольные работы" are further divided into "Компьютерные" (Computer) and "Текстовые" (Text). There are orange checkmarks next to "Лабораторные работы" and "Курсовые".

On the right side, there is a camera view of the speaker, identified as "Гураков Алексей Валерьевич". Below the camera is a chat window with the following text:

Общий чат Служба п...
[15:17] Елена_1: Здравствуйте
[15:17] Шульц Денис Сергеевич: Елена_1, необходимо представиться
[15:18] Шульц Денис Сергеевич: Сейчас Алексей Валерьевич начнет свою лекцию, вы его внимательно слушайте, после чего можно будет задать вопросы.
[15:19] Снежана Телятникова: да хорошо
[15:19] Галина Богомаз: плохо
[15:20] Наталья Каминская: слышу хорошо.
[15:20] Елена_1: немного приглушено
[15:21] Елена_1: да
[15:21] Галина Богомаз: да
[15:21] Галина Богомаз: да
[15:21] Галина Богомаз: да
[15:23] Шульц Денис Сергеевич: Опрос завершен

Рис. 1. Вебинар-лекция по технологии дистанционного обучения

Все студенты, начинающие заочное обучение на ФДО, обязательно знакомятся с электронным курсом «Технология дистанционного обучения».

В курсе представлена информация о факультете и рассматривается собственно технология обучения: установка необходимого программного обеспечения, виды и правила оформления контрольных заданий, как формулировать вопросы, контактная информация, виды связи и т.п. Рис. 1 иллюстрирует вебинар, который включает в себя основные разделы технологии ДО.

В рамках интернет-курса по информатике проводятся онлайн-семинары двух видов: лекция и практическое занятие. Информация о курсе на вебинаре представляется вводной лекцией. Целью её проведения является знакомство со всеми предлагаемыми ресурсами, структурой, практическими заданиями, предназначенными для выполнения.

При подготовке практического занятия в форме вебинара выбрана методика представления и обсуждения докладов по предложенной тематике в рамках изучаемой дисциплины. В качестве требований к представлению доклада студент подготавливает презентацию и текст доклада (рис. 2).

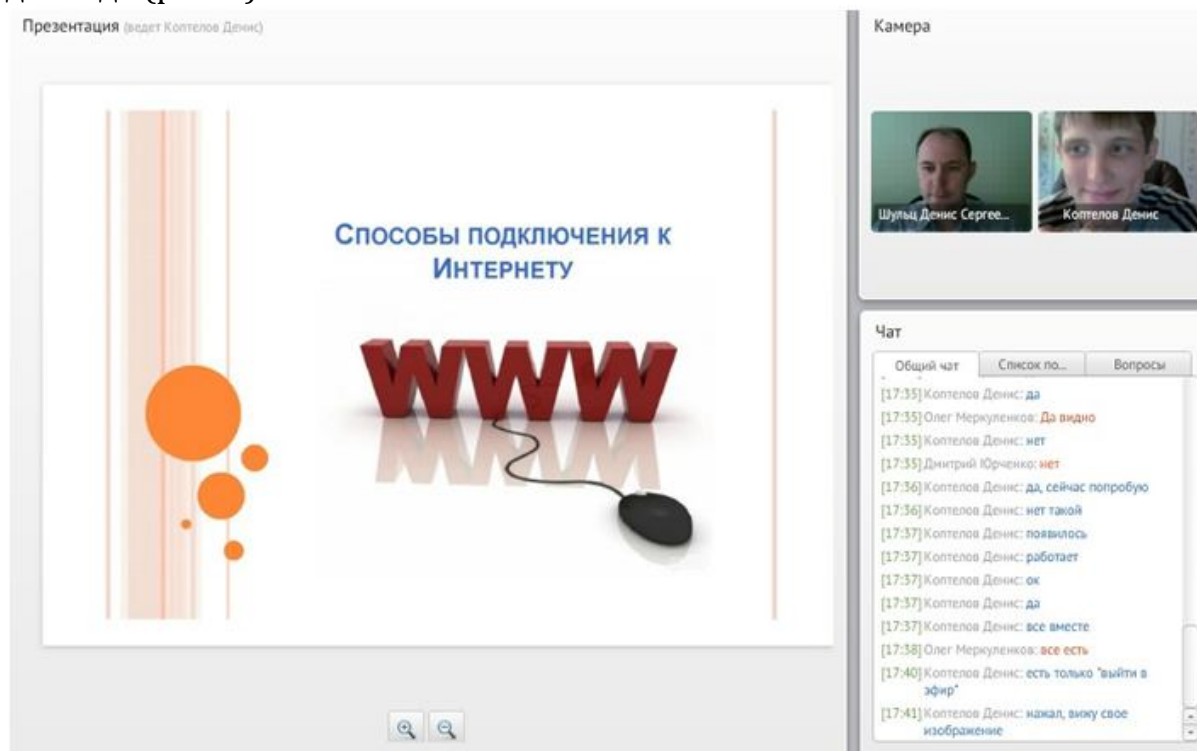


Рис. 2. Вебинар-практическое занятие по информатике

По высшей математике проводится комбинированный тип вебинара, который представляет собой, с одной стороны, практическое занятие по решению конкретных задач, а с другой - проблемный семинар с общими и индивидуальными опросами студентов.

На рис. 3 показано, как наглядно можно продемонстрировать решение задачи при помощи планшета и интерактивной доски в виртуальной аудитории. Использование планшета не требует специального

навыка. Данный инструмент представляется удобным для преподавателей, обычно проводящим занятия в аудитории (с использованием маркера и доски).

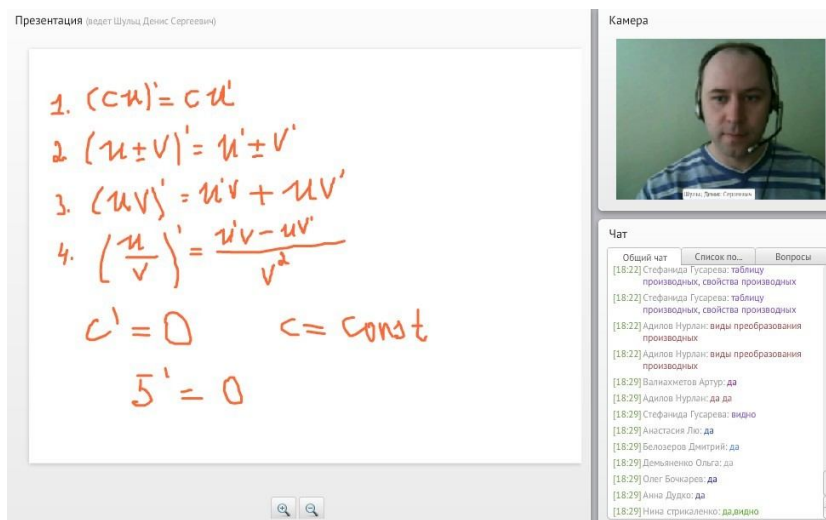


Рис. 3. Проблемный вебинар по высшей математике с решением задач

Виртуальная аудитория предоставляет такой полезный инструмент, как возможность демонстрации слушателям компьютерного рабочего стола преподавателя. В случае, когда требуется объяснить и научить работать с каким-либо прикладным программным продуктом, для наглядности достаточно его показать, запустив на своём ПК в отдельном окне и открыв в виртуальной аудитории. Здесь применимо правило: лучше один раз увидеть, чем несколько раз прочитать текстовое руководство-справку.

По физике студентам ФДО необходимо выполнить лабораторные работы, которые реализованы в программном пакете «Виртуальный лабораторный практикум» в виде компьютерных имитаций. С целью помочь студентам разобраться, как с общими функциями практикума, так и с каждой отдельной лабораторной работой, был организован цикл вебинаров по модели инструктаж-тренинг (рис. 4).

Следует отметить, что при проведении вебинаров обязательным является участие модератора. В его функции входит настройка прав доступа к аудио/видеосвязи каждому докладчику в определённое время, загрузка/скачивание ресурсов вебинара, помощь слушателям и ведущему в возникающих технических проблемах, управление записью вебинара и т.п.

На этапе планирования вебинаров по различным дисциплинам проводится анализ проблем и вопросов, возникающих у студентов. Это делается с привлечением общего учебного форума ФДО ТУСУР (<http://fdo.tusur.ru/forum>), опросов по электронной почте, анкетирования на главной странице сайта ФДО и в рамках действующих интернет-курсов [1], [2] и др. По результатам анализа выбираются дисциплины и преподаватели; последние проходят дополнительное обучение.

После утверждения вебинара (цикла вебинаров) организуется оповещение студентов ФДО о запланированных мероприятиях: на учебном форуме ФДО, в электронном курсе по соответствующей дисциплине, по электронной почте (общая рассылка за неделю, уведомление-приглашение в день проведения занятия).

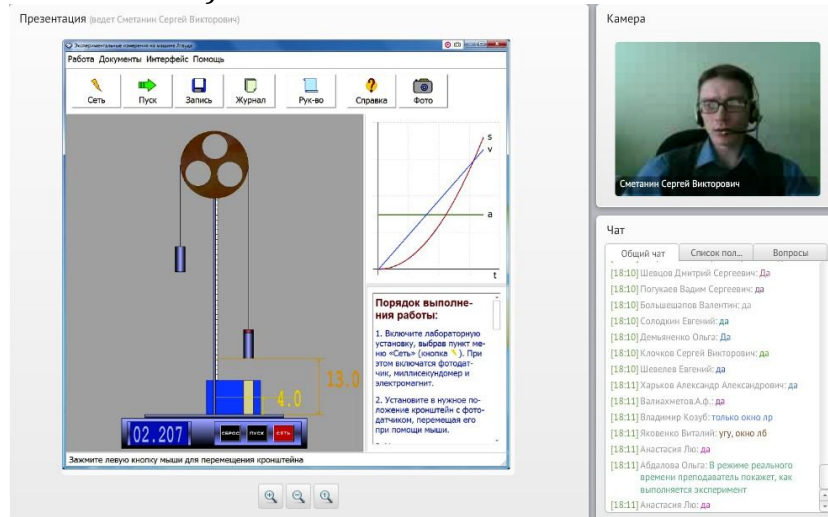


Рис. 4. Вебинар-инструктаж по физике с демонстрацией рабочего стола

По каждому проводимому вебинару подготавливается его архив записи, который размещается в электронном курсе дисциплины и предлагается студентам для просмотра и скачивания. На заключительном этапе также подготавливается отчёт, содержащий статистику по проведённому вебинару. На основании отчётов, анкетирования и опросов студентов проводится мониторинг востребованности вебинаров по дисциплинам и формирование групп преподавателей.

Описанный выше процесс организации проведения вебинаров является технологическим циклом с обратной связью и рефлексией по результатам работы. В настоящее время идёт расширение круга охватываемых дисциплин. Помимо рассмотренных занятий проводятся и запланированы вебинары в рамках курсов и по дисциплинам: технология дистанционного обучения, программирование, твердотельная электроника, энергетическая электроника, бухгалтерский учёт, финансовые рынки, финансовый менеджмент, английский язык.

Литература

1. Абдалова О.И. Применение интернет-курса для организации самостоятельной работы студентов по дисциплине // Современное образование: проблемы обеспечения качества подготовки специалистов в условиях перехода к многоуровневой системе высшего образования: материалы Международной научно-методической конференции. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. С. 121-123.
2. Сметанин С.В. Разработка и сопровождение интернет-курсов // Современное образование: проблемы обеспечения качества подготовки специалистов в условиях

перехода к многоуровневой системе высшего образования: материалы Международной научно-методической конференции. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. С. 71-72.

3. Стародубцев В.А. Подготовка и проведение вебинаров в системе дистанционного обучения //Открытое и дистанционное образование. 2011. № 1. С. 16-22.

Брылева В.А.,

Волгоградский государственный университет, доцент
bryleva@gmail.com

Сафонова О.П.

Волгоградский государственный университет, старший
преподаватель
opsafonova@mail.ru

Технология организации и методического сопровождения электронной веб-ориентированной среды для учебного процесса гуманитарного профиля

Аннотация

Статья описывает структуру и содержание электронной веб-ориентированной среды для учебного процесса гуманитарного профиля, базирующейся на интегративном использовании системы управления процессом обучения Moodle и персонализированной среды обучения Mahara. Авторы статьи также рассматривают технологию организации и преимущества использования электронной среды обучения.

В институте филологии и межкультурной коммуникации Волгоградского государственного университета с 2005 года в процесс обучения студентов направлений подготовки "Лингвистика", "Фундаментальная и прикладная лингвистика", "Документоведение", "Журналистика", "Перевод и переводоведение", "Теория и методика обучения иностранных языков и культур" активно используются информационно-коммуникационные технологии, от образовательных и информационных ресурсов Интернета и прикладных учебных программ до систем управления обучением (LMS) и персонализированных сред обучения (PLE). Основной базой работы по внедрению ИКТ стала электронная веб-ориентированная среда, позволяющая преподавателям и студентам института активизировать и интенсифицировать учебный процесс.

Электронная веб-ориентированная среда института включает функциональные модули и средства:

- создания, публикации, хранения, редактирования учебного контента и доступа к ним в интерактивном режиме;
- администрирования электронных курсов;
- регистрации и управления пользовательскими аккаунтами;
- статистики посещаемости и учета успеваемости обучающихся;
- средства создания автоматического тестирования;
- средства создания персонального виртуального пространства в виде

электронных портфолио обучающихся и обучающихся.

Интерактивные возможности ЭВОС используют все преимущества технологий веб 2.0 и включают коммуникативные модули для осуществления взаимодействия между обучающим и обучающимися (чаты, форумы, блоги, средства онлайн-переписки в рамках портала); интерактивные модули электронных курсов (задания, онлайн семинары, глоссарии и корпусы текстов, тесты); средства для создания тематических групп и учебных социальных сетей; системы создания и экспорта персональных портфолио обучающихся и преподавателей; средства совместного и индивидуального создания учебного контента.

ЭВОС института филологии и межкультурной коммуникации ВолГУ базируется на интегративном использовании системы управления обучением LMS Moodle и персональной среды обучения PLE Mahara. Системы функционально взаимонезависимы, однако объединены общей базой пользователей. Каждая платформа имеет свои преимущества, и только их взаимное использование в процессе обучения представляется нам особенно эффективным.

Системы управления обучением стали активно применяться в методике преподавания иностранных языков ориентировочно с 1996 года, то есть в эпоху процветания технологий Веб 1.0, предполагающих использование интернет-ресурсов, содержащих преимущественно статическую информацию (информационные и обучающие сайты, поисковые системы). В отличие от технологий первого веба, появившиеся в 2005 году технологии поколения Веб 2.0 отличаются высокой степенью интерактивности и позволяют пользователям не только быть потребителями интернет-ресурсов, но и их авторами. Так, наличие коммуникационно-интерактивной составляющей в системе управления обучением Moodle говорит о том, что это веб-платформа, которая стоит на грани двух поколений веба. Основное назначение LMS - управление процессом обучения, в частности предоставление преподавателю средств размещения учебных ресурсов, создания электронных курсов с различными видами заданий в зависимости от формируемых компетенций, мониторинг результатов учебной деятельности, тестирование, развитие коммуникационных навыков студентов в форумах различной методической направленности. В отличие от систем управления обучением, персональные среды обучения (от английского PLE – Personal Learning Environment) являются по своим характеристикам технологиями второго поколения веба. Они создаются на основе веб-платформ, позволяющих обучающимся самостоятельно отобрать и организовать содержание учебного материала, а также поставить индивидуальные цели обучения. Персональная среда обучения Mahara отражает профессиональные и личные интересы студентов, позволяет создавать веб-портфолио результатов учебной деятельности, и, в большей мере, чем LMS, является эффективным средством общения студентов друг с другом и с преподавателем.

Таким образом, можно сказать, что основное назначение PLE - создание активного сообщества обучающихся для совместного построения компетенций, творческая, исследовательская и проектная деятельность в учебном процессе, а также средство сохранения результатов учебной деятельности. Учитывая назначение веб-платформ Moodle и Mahara, главные их отличия представлены в таблице ниже.

Табл. 1. Сравнительные характеристики LMS Moodle и PLE Mahara

<i>LMS Moodle</i>	<i>PLE Mahara</i>
В центре внимания – электронный курс обучения	В центре внимания – обучающиеся
Правила устанавливаются преподавателем	Правила устанавливаются обучающимися
Содержание обучения выстраивается в соответствии с электронным курсом	Содержание обучения формируется в зависимости от научных интересов обучающегося
Обратная связь в виде оценки	Обратная связь в виде комментариев
Содержание доступно всем подписанным на электронный курс	Содержание доступно только тем пользователям, которым дано разрешение автора
Социальное взаимодействие происходит в рамках предложенного курса	Социальное взаимодействие определяется самими обучающимися
Формальный стиль обучения	Неформальный стиль обучения

Дидактические возможности веб-платформ Moodle и Mahara:

1) Модульная объектно-ориентированная дидактическая учебная среда для дистанционного обучения и поддержки учебных курсов MOODLE.

- Размещение, хранение, редактирование учебного контента.
- Аутентичные текстовые и мультимедийные ресурсы.
- Тестирование: обучающее и контрольное.
- Статистика и администрирование курсов.

2) Система создания и редактирования электронных портфолио, персонализированная среда обучения MAHARA.

- Инструменты индивидуальной и групповой работы.
- Создание портфолио проектных работ.
- Учебная социальная сеть.
- Мониторинг роста профессиональной компетенции.

Интеграция обеих платформ в единую ЭВОС позволяет в полной мере использовать преимущества обеих и создать условия для эффективного комплексного развития профессиональных компетенций будущих специалистов. Рассмотрим пример использования обеих веб-платформ в обучении первого курса отделения «Прикладная лингвистика» факультета филологии и межкультурной коммуникации Волгоградского государственного университета в рамках одного из курсов «Английский для ИТ» (CompuTALK: English 4IT), направленного на развитие

профессиональной иноязычной компетенции студентов данного направления подготовки. Данный курс начинается с изучения темы «Computer world» и предполагает освоение студентами активного вокабуляра, развитие навыков аудирования и чтения, а также навыков устной и письменной речи в рамках заданной профессиональной тематики.

Учитывая специфику описанных выше веб-платформ, отработку активного вокабуляра необходимо проводить в рамках LMS Moodle, так как эта платформа позволяет не только интегрировать ссылки на внешние ресурсы сети Интернет, но и создавать внутри самой платформы тренировочные и контрольные тесты, отслеживать работу каждого студента, получать результаты автоматизированного тестирования. В рамках этой же платформы имеет смысл организовать развитие навыков аудирования и чтения вместе с последующим обсуждением прочитанного/услышанного в формате форума «The importance of computer technologies in modern life». Проектную и творческую деятельность студентов логичнее организовать в PLE Mahara. Задание на ведение блога («Create a blog about computer usage. During a week, take note of how you see computers being used») в персональной среде обучения позволит студенту получить обратную связь от преподавателя и одноклассников, сравнить свои наблюдения с другими, организовать дискуссию. Также в PLE Mahara, используя работу в мини-группах, уместно провести проектную деятельность на тему «Computers in various professions», предоставив каждой творческой группе самостоятельный выбор профессии, подбор материала, форму представления результата проекта.

Как видно из примера, сочетание строго определенной структуры содержания электронных курсов LMS Moodle позволяет проводить эффективный мониторинг и контроль за учебной деятельностью студентов, в то время как PLE Mahara дает возможность студентам выйти за рамки предложенных преподавателем учебных форм, проявить индивидуальное творчество.

На данном этапе в обучающем портале Института филологии и межкультурной коммуникации зарегистрировано более 400 пользователей (студентов и преподавателей), создано более 15 активных групп (академических и предметных), размещено 47 курсов для основных направлений подготовки ИФиМКК. В основном это курсы иностранных языков для разных уровней обучения, лекционно-практические курсы теоретического цикла, а также курсы для самостоятельного изучения и подготовки к уровневым экзаменам, в том числе к ЕГЭ.

Восьмилетний опыт использования ЭВОС позволил разработать технологию ее организации и внедрения в учебный процесс. В основе технологии организации электронной веб-ориентированной среды (ЭВОС) - модель использования информационных технологий в учебном процессе гуманитарного цикла (на основе защищенных диссертационных исследований); опыт практического внедрения технологий

дистанционного обучения PLE/LMS Mahara/Moodle для организации ЭВОС; стандартизированная методика создания электронных курсов и персональных портфолио для практических и теоретических дисциплин; а также апробированная программа обучения преподавателей использованию ЭВОС и технологий веб 2.0. в учебном процессе гуманитарного цикла.

Методическая модель обучения иностранным языкам на основе ЭВОС основана на положении о том, что информационно-коммуникационные технологии позволяют создать виртуальную образовательную среду - репрезентацию языковой реальности, в которой деятельность субъектов взаимодействия, такая же реальная, как и в естественной языковой среде, обеспечивает развитие профессиональной межкультурной компетенции обучающихся.

Лингводидактические свойства технологий поколения Веб 2.0 определяют содержание обучения, модифицируют его задачи, средства, формы организации обучения. Предоставляя участникам учебного процесса возможность синхронного и асинхронного создания и редактирования мультимедийного контента, организации креативной деятельности на изучаемом языке в рамках виртуального сообщества обучающихся, а также обладая другими необходимыми лингводидактическими свойствами, ИКТ поколения Веб 2.0 позволяют обеспечить эффективное обучение в рамках гуманитарного цикла, в частности, иностранным языкам.

Интеграция различных технологий поколения Веб 2.0 в единую комплексную информационную среду обеспечивается сочетанием системы электронных курсов и системы электронных портфолио. Формирование профессиональных компетенций реализуется в модели обучения, состоящей из трех этапов: 1) лингво-дискурсивный, 2) социолингвистический, 3) креативно-проектный. Содержание обучения строится на основе использования аутентичных мультимедийных материалов на родном и изучаемом языках, отражающих учебные и реальные ситуации компьютерного дискурса, и опирается на систему заданий и упражнений, направленных на развитие профессиональной межкультурной компетенции.

Эффективность модели верифицирована опытным обучением, основанном на индивидуальных и групповых формах работы в обучающем портале ИФиМКК

Несмотря на то, что ЭВОС ИФиМКК создавалась преимущественно для учебного процесса лингвистического профиля, можно утверждать, что основные принципы организации обучения в ней могут быть использованы для разработки и внедрения в обучение университетским дисциплинам общегуманитарного, общематематического, естественнонаучного и социально-экономического цикла, а также на любых образовательных уровнях и для различных типов образовательных

учреждений.

Технология организации ЭВОС включает:

- Разработку концепции электронной учебной среды предприятия, организации или образовательного учреждения.

- Установку и настройку технологий дистанционного обучения на сервере учреждения, стороннего провайдера.

- Обучение персонала и преподавательского состава использованию ЭВОС.

- Создание учебного контента и методических материалов для УМК ЭВОС.

Помимо разработки, внедрение ЭВОС в учебный процесс потребует методического и технического сопровождения, разработки и регулярного обновления курсов, консультаций для преподавателей по разработке курсов и работе в среде, консультирование администраторов по развитию портала.

Разработка электронных курсов - наиболее трудоемкий процесс, новые курсы создаются, как правило, в течение учебного года, в течение следующего - модифицируются, обновляются, редактируются и наполняются актуальными материалами с учетом опыта их использования в учебном процессе. Электронные курсы дисциплин гуманитарного профиля (английский, немецкий, французский, испанский для разных уровней и целей, курсы по лингвистике и филологии) используются в рамках смешанного обучения - на аудиторных занятиях и для выполнения самостоятельных и домашних работ, а также для модульного тестирования.

Процесс создания электронных курсов включает:

- разработку рабочей программы курса с учетом дидактических возможностей ЭВОС;
- разработку учебного контента - мультимедийных учебных и информационных ресурсов в соответствии с целями и структурой дисциплины;
- планирование структуры и выбор формата электронного курса;
- наполнение электронного курса учебно-методическими материалами (составление методических комментариев к курсу, создание автоматизированных обучающих тестов, комплекса упражнений с использованием мультимедийных ресурсов сети Интернет, системы коммуникативных заданий на базе интерактивных модулей MOODLE и MAHARA);
- создание промежуточных и итоговых контрольных работ/тестов.

Электронный учебно-методический комплекс может иметь базовое размещение в зависимости от направленности и дидактических целей либо в LMS MOODLE, либо в виде View в сочетании с организацией группы с системой форумов и блогов в PLE Mahara. В любом случае он поддерживается средствами другой системы, компенсирующими

отсутствие необходимых модулей. Например, при организации курса в Mahara используются средства тестирования в Moodle, а в обратном случае привлекаются возможности View и блоги в Mahara для индивидуальной творческой работы студентов.

Таким образом, можно сформировать основные преимущества использования электронной веб-ориентированной среды:

- интерактивность и диалоговость учебного процесса,
- оптимизация управления и администрирования учебного процесса,
- возможность дистанционного обучения,
- интенсификация процесса освоения дисциплин,
- возможность многократного использования и воспроизведения электронных УМК,
- автоматизация контроля обучения и всех видов контрольного тестирования,
- повышение мотивации к обучению,
- самостоятельная креативная деятельность обучающихся, рефлексия и саморефлексия.

Для успешного внедрения ЭВОС необходимы два основных условия: обязательное интегрирование электронных курсов в учебные программы и обучение профессорско-преподавательского состава работе с ИКТ в целом, и со средствами ЭВОС в частности.

Для обучения ППС нами разработана специальная программа повышения квалификации работников образовательных учреждений «Инновационные информационные технологии в гуманитарном образовании». Программа предназначена для повышения квалификации преподавателей практических и теоретических курсов гуманитарного цикла ВУЗов и средних учебных заведений.

Цель программы - совершенствование педагогического мастерства преподавателей гуманитарных дисциплин за счет развития их информационно-технологической компетенции на базе применения в учебном процессе современных инновационных информационных технологий. Обучение очно-дистанционное, с использованием электронного дистанционного курса в системе Moodle.

Программа повышения квалификации предполагает освоение моделей, возможностей и параметров учебного процесса гуманитарного цикла на основе ИКТ; обучение использованию инновационных средств ИКТ последнего поколения в профессиональной деятельности специалиста, работающего в системе высшего профессионального гуманитарного образования; овладение навыками автоматизации обработки учебной информации и ее стандартизации, развитие творческих навыков подачи учебного материала и разработки учебных курсов на основе ИКТ; освоение основных функций образовательной электронной среды, принципам ее создания и управления; ознакомление с современными приемами и

методами использования средств ИКТ при проведении занятий в различном формате смешанного и дистанционного обучения, в разработке исследовательских проектов, в различных видах учебной и воспитательной деятельности; ознакомление с возможностями практической реализации обучения, ориентированного на развитие личности обучающегося в условиях использования технологий мультимедиа (в перспективе "Виртуальная реальность"), информационных систем, обеспечивающих автоматизацию ввода, накопления, обработки, передачи, оперативного управления информацией.

В ходе обучения слушатели программы выполняют практические задания по поиску, подбору аутентичного и мультимедийного материала и по разработке интерактивных заданий для электронных курсов в среде Mahara и Moodle, работают с различными формами организации дистанционного обучения и коммуникации в Интернете, получают информацию о методических и дидактических особенностях работы с ИКТ. На этапе знакомства с ЭВОС преподавателям присваиваются права создателей курсов и дается представление о групповой работе со студентами в сети в виде специального практикума, в ходе которого слушатели получают навыки по созданию групп в социальной сети, работе с личным портфолио преподавателя, созданию форумов в группе, личного и учебного блога. Особое внимание уделяется администрированию электронного курса, рассматриваются лингводидактические возможности системы Moodle по разработке и управлению курсом, базовая структура курса, основные блоки страницы, различные типы курсов. Отдельным модулем в программе выделено обучение созданию автоматизированных тестов на основе программных приложений Open Source и их интеграция с Moodle.

Разработанная программа прошла апробацию и использовалась для обучения:

- профессорско-преподавательского состава Института филологии и МКК Волгоградского государственного университета в рамках повышения квалификации (октябрь-декабрь 2011 года, 72-часовая программа обучения, 40 чел.)
- преподавательского состава Центра модульных программ "Лингвин" при Экологической академии (апрель 2011, 72-часовая программа обучения, 15 чел.)
- профессорско-преподавательского состава Сургутского госуниверситета в рамках мастерклассов на Международной научно-практической конференции «Иностранные языки сегодня - 2010: тенденции и перспективы в Российском образовании» (с 29 ноября по 1 декабря 2010 года в Сургутском государственном университете ХМАО-Югры, 2 мастеркласса по 3 часа, 30 чел.)
- преподавательского состава АНО ЦИЯ «БМ Лингвистикс» (г.Москва,

ноябрь 2010, очные семинары, 11 чел.)

- сотрудников международного образовательного центра English for Life (г. Истборн, Великобритания, дистанционно, май 2011, 8 чел.)

Литература

1. Брылева В.А. Виртуальная образовательная среда специального факультета как средство развития межкультурной компетенции студентов-лингвистов / Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, № 31. Издательство РГПУ, 2007. С. 168-171

2. Сафонова О.П. Модель развития профессиональной иноязычной компетенции студентов направления «лингвистика и новые информационные технологии» на базе технологий веб 2.0 / Известия Волгоградского государственного педагогического университета, № 6. Издательство ВГСПУ, 2011. – С. 91-94

3. Attwell, G. (2007). Personal Learning Environments – the future of learning? *eLearning Papers* 2(1). Retrieved 10 March 2011: <http://www.elearningeuropa.info/files/media/media11561.pdf>

4. Goldsmith, D. (2007). Enhancing Learning and Assessment through E-Portfolios: A Collaborative Effort in Connecticut. *New Directions for Student Services*, (119), 31-42.

5. Kimball, M. (2005). *Database e-portfolio systems: a critical appraisal.* "Computers and Composition 22: 434-458.

Воронов М.П.,

УГЛТУ, доцент
mstrk@yandex.ru

Часовских В.П.

УГЛТУ, профессор
vip@usfeu.ru

Проектирование виртуального тренажера управления предприятием лесной промышленности средствами нечетких моделей и его реализация с применением средств ASP.NET

Аннотация

В статье рассмотрены преимущества использования нечетких моделей при проектировании системы электронного обучения с использованием виртуальных тренажеров, представлена структура системы, предложены программные средства для ее реализации, представлена специфика управленческих навыков, формируемых виртуальным тренажером управления предприятием лесной промышленности.

В настоящее время индивидуальные компетенции сотрудников, помимо образования и эрудированности, а также умения анализировать информацию и решать численные задачи, обязательно предполагают наличие определенных специфических навыков, умение эффективно действовать в различных практических ситуациях.

Поэтому особый интерес в данном разрезе представляют модели, развивающие специфические навыки у обучаемых. При обучении управленческим специальностям формирование навыков является крайне сложной задачей. Такие навыки как принятие решений, управление персоналом и прочие, не могут быть сформированы традиционными средствами обучения в стенах вуза. Эти навыки могут быть выработаны только в условиях практики. Использование реальных управленческих ситуаций в реальных организациях часто оказывается невозможным для вуза, т.к. последствия от ошибки в результате принятия управленческого решения в реальных условиях может оказаться непоправимой для организации. Таким образом, наиболее приемлемым для вуза средством формирования индивидуальных компетенций оказывается совокупность компьютерных виртуальных тренажеров, способных задавать практические ситуации, требующих непосредственного практического участия обучаемого и не приводящих к фатальным последствиям в случае ошибки.

Сегодня существует ряд примеров виртуальных тренажеров, с успехом реализованных и использующихся в таких сферах деятельности, как медицина; имитация технологических процессов; авиа-, авто- и судовождение; дизайн и строительство; виртуальные музеи и библиотеки и многих других сферах. Существуют примеры и в сфере обучения управляющих (бизнес-симуляция по стратегическому менеджменту Global Management Challenge).

При обучении процессам управления посредством виртуальных тренажеров, обучаемому должна быть предоставлена такая же свобода действий, как и при работе с реальным объектом. Он не должен быть ограничен жесткой последовательностью действий. Кроме того, многие ситуации, моделируемые в рамках управленческих дисциплин (менеджмент, маркетинг, макроэкономика, управление персоналом и многих других) зачастую содержат формулировки и требуют решений, выраженных не в четкой количественной форме, а в виде нечеткой информации, или лингвистической конструкции (например, повысить качество продукции, повысить квалификацию персонала, реализовать часть активов, сократить издержки не менее, чем на 15% и т.д.). Таким образом, в целях оценки эффективности принятия того или иного решения или реализации задачи в рамках управленческих ситуаций, виртуальные тренажеры должны быть снабжены алгоритмами, осуществляющими оценку решения, вырабатываемого обучаемым, в условиях неопределенности или недостаточной полноты определенных характеристик.

Ряд исследований [1-5], посвященных вопросам применения теории нечетких множеств при моделировании таких процессов, как SWOT-анализ проекта внедрения КИС [1], планирование объема кредитования малых сельскохозяйственных предприятий [2], обучение студентов и сотрудников предприятий [3], принятие управленческих решений [4, 5] и многих других, говорит о возможности и эффективности использования нечетких моделей при проектировании обучающих тренажеров.

К числу преимуществ нечеткого моделирования при создании виртуальных тренажеров, формирующих навыки, можно отнести также:

Оценка навыков и компетенций, полученных обучаемым. Нечеткие модели могут быть использованы не только для моделирования управленческих процессов и практических ситуаций, но и при оценке и интерпретации результатов обучения. Поскольку моделируемые ситуации часто требуют решений, выраженных в виде нечеткой информации, для характеристики эффективности принятых решений, также целесообразно использовать нечеткие формулировки или лингвистические конструкции (например, «крайне неэффективное решение», «приемлемое решение», «высокоэффективное решение» и т.д.). В соответствии с образовательным стандартом 3-го поколения, в разрезе необходимости формирования результатов обучения в виде компетенций обучаемых, при оценке

результатов представляется более удобным использование нечетких формулировок.

Моделирование «критических ситуаций». При работе с тренажером обучаемый должен иметь возможность принимать любые решения, включая решения, приводящие к критическому состоянию управляемого объекта (например, банкротство предприятия или дефицит оборотных средств). Таким образом, эффективность управленческих решений сделанных обучаемым может быть оценена по количеству и характеру критических ситуаций, в которых оказался управляемый объект в результате принятых решений.

Учет специфики управленческих функций. Поскольку управленческие процессы описываются не только количественными, но и качественными показателями, а также в связи с необходимостью принятия управленческих решений в условиях неполной информации, нечеткие модели представляются более адекватными, нежели точные численные методы.

Ввиду возрастающей роли дистанционной формы обучения, виртуальные тренажеры должны быть доступны для использования обучаемыми, а результаты, фиксируемые тренажерами - для обработки и интерпретации, в рамках системы электронного обучения ВУЗа.

Поскольку наиболее прогрессивной технологией написания интернет приложений, позволяющей создавать динамические html-страницы является ASP.NET, представляется актуальным ее использование и при проектировании системы электронного обучения и в том числе, виртуальных тренажеров. Данная технология показала свою эффективность и с успехом используется в электронной коммерции, при проектировании корпоративных информационных систем, для создания интерактивных сайтов.

Технология ASP.NET позволяет работать с различными СУБД (MS Access, Adabas, FoxPro, Oracle и другие) и позволяет обрабатывать программный код, написанный на различных языках программирования (C#, Visual Basic, J#, JavaScript и прочие), что позволяет говорить о возможности ее использования в качестве среды визуализации в рамках системы электронного обучения с использованием виртуальных тренажеров, проектируемых на основе нечетких моделей (рис. 1).

На рис. 1 использованы следующие условные обозначения:

$x_1 \dots x_n$ – входные значения параметров, ассоциированных с действиями обучаемого в процессе взаимодействия с «виртуальным тренажером».

$\mu_{1i}(x_1) \dots \mu_{mj}(x_n)$ – функции принадлежности входным нечетким множествам $1_i \dots m_j$ входных значений параметров $x_1 \dots x_n$.

$\mu_{1i}(x^*_1) \dots \mu_{mj}(x^*_n)$ – степени принадлежности входным нечетким множествам $1_i \dots m_j$ входных значений параметров $x_1 \dots x_n$.

$\mu_1(y_1) \dots \mu_r(y_r)$ – функции принадлежности выходных параметров $y_1 \dots y_r$.

$\mu_{res1}(y_1) \dots \mu_{res r}(y_r)$ – результирующие функции принадлежности выходных параметров $y_1 \dots y_r$.

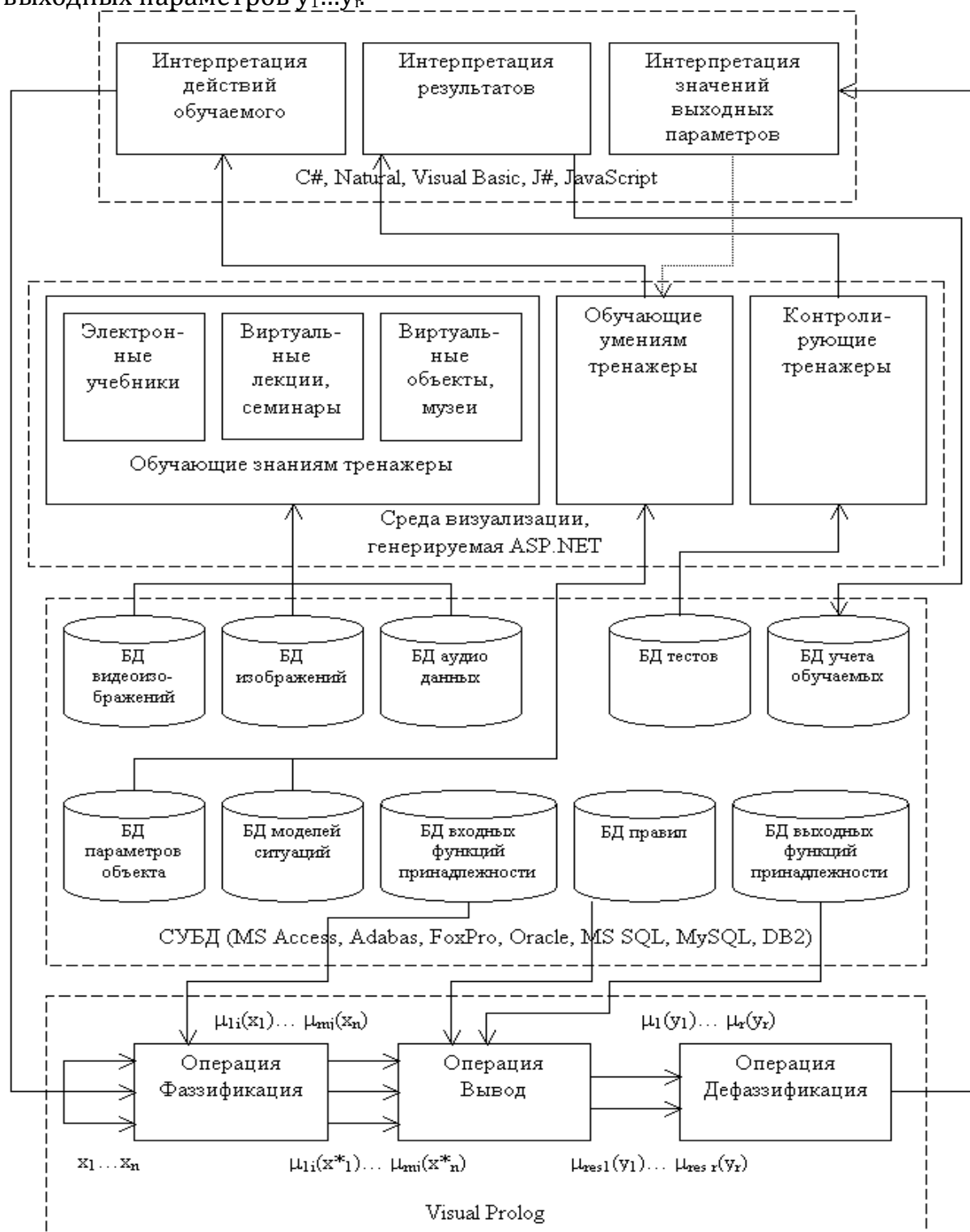


Рис. 1. Система электронного обучения с использованием виртуальных тренажеров, проектируемых на основе нечетких моделей

Операция Фаззификация – вычисление степени принадлежности

входным нечетким множествам.

Операция Вывод – определение результирующих функций принадлежности выходных параметров.

Операция Дефаззификация – на основе результирующих функций принадлежности вычисление значений выходных параметров.

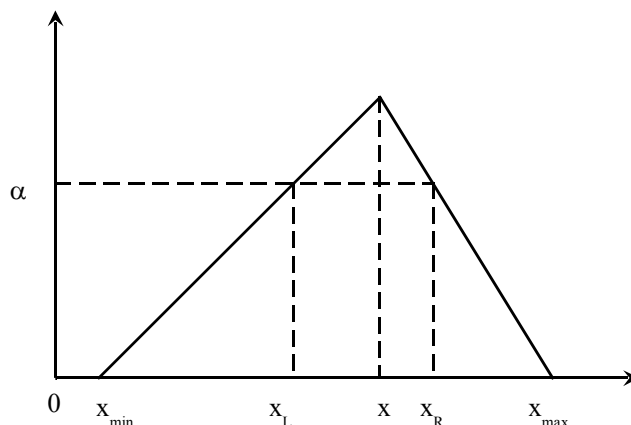


Рис. 2. Функция принадлежности и α -срез нечеткого множества

Нечеткие модели, положенные в основу виртуального тренажера управления предприятием, обрабатывают следующие типы данных:

Исходные данные – количественные и качественные характеристики внутренней и внешней среды объекта управления, задаваемые в виде точных значений или нечетких множеств. Часть данных задается обучаемым (организационно-правовая форма, численность персонала, виды деятельности, и т.д.), другая часть задается системой (уровень инфляции, стадия жизненного цикла производимого товара, ставка рефинансирования и т.д.).

Моделируемые данные – количественные и качественные характеристики внутренней и внешней среды объекта управления, получаемые системой на основе функций принадлежности нечетких множеств и α -срезами наиболее вероятных значений нечетких множеств (рис. 2) с целью моделирования непредсказуемых изменений во внешней и внутренней среде.

Классически процесс управления представляется в виде совокупности 7 функций. В рамках каждой из функций виртуальным тренажером должны формироваться специфические управленческие навыки, характерные для предприятия лесной промышленности [6]. Перечень функций, навыков, а также исходных и моделируемых данных представлен в табл.1.

Табл. 1. Специфика исходных и моделируемых данных и управленческих навыков, формируемых виртуальным тренажером управления предприятием лесной промышленности

Функция управления	Формируемые навыки	Исходные данные	Моделируемые данные
Постановка цели	Постановка корректной цели Постановка реалистичной цели	Численность персонала, объем продаж, прибыль и пр.	-
Анализ текущего положения	Проведение SWOT-анализа	Инфляция, налоговые ставки, уровень и распределение доходов населения и пр.	Новые технологии, влияние моды, позиции конкурентов, рыночная демография и пр.
Планирование	Планирование объемов лесозаготовки и деревообработки, производственных мощностей, фонда рабочего времени и т.д.	Производительность оборудования, труда, нормы затрат энергии, выработки и т.д.	Годовой прирост биомассы, стоимость сырья, энергии, ГСМ.
Организация	Определение исполнителей, распределение нагрузки по подразделениям, бригадам	Квалификация персонала, состав подразделений и бригад	-
Мотивация	Выбор системы вознаграждений Выбор системы обучения персонала Выбор корпоративных мероприятий	Стоимость обучения, размеры сдельной и повременной о/т, стоимость мероприятий.	Средняя з/п в регионе, эффективность обучающих курсов и корпоративных мероприятий.
Контроль	Определение стандартов Выявление отклонений от стандартов	-	% брака закупаемых материалов, % брака готовой продукции.

Литература

1. Авдеева Е.С., Чернов В.Г. Нечеткие модели оценки рисков проекта внедрения корпоративной информационной системы на предприятии // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2011. № 6. С. 207-211.

2. Барановская Т.П., Ефанова Н.В., Симонян Р.Г. Нечеткие математические модели обоснования и планирования объема кредитования малых сельскохозяйственных предприятий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 71. С. 358-370.

3. Воронов М.П., Часовских В.П. Среда «виртуальных тренажеров» различного назначения // Качество образования. – М.: АНО «АККОРК», 2011. - №9. – с. 22-23.

4. Матковская М.О. Исследование алгоритмов нечеткого вывода в моделях принятия решений // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2009. Т. 92. № 3. С. 240-244.

5. Сороколетов П.В. Принципы и нечеткие алгоритмы анализа моделей принятия решений // Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2008. Т. 81. № 4. С. 111-115.

6. Часовских В.П., Воронов М.П. Исследование системных связей и закономерностей функционирования корпоративной информационной системы лесопромышленного предприятия в среде ADABAS и Natural: Монография. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2008. – 120 с.

Невозможное возможно: дистанционная «Школа юного переводчика» на базе LMS MOODLE

Перевод, в особенности устный, традиционно считался одной из тех профессий, которым невозможно обучить заочно. До недавнего времени это действительно было так, поскольку взаимодействие преподавателя и обучаемого в данном случае является неотъемлемой составляющей учебного процесса. Причина этому заключается в самой сущности устного перевода как акта межъязыковой, межкультурной и межличностной коммуникации двух или нескольких людей.

Однако сегодняшнее состояние информационно-коммуникационных технологий позволяет решить, в числе прочих, и эту проблему. Основным аргументом противников дистанционного обучения переводу является невозможность обеспечить активный практический тренинг в сочетании с консультациями и контролем преподавателя. Прежде с этим аргументом приходилось в определенной мере согласиться (хотя традиция дистанционного обучения иностранным языкам, где также велико значение тренинга и личного контакта, насчитывает уже многие десятки лет). Но на современном этапе сетевые технологии (в частности, сервисы Web 2.0) позволяют обеспечить взаимодействие студента и преподавателя через сеть Интернет, практически равноценное их очному контакту в аудитории.

Современные системы дистанционного обучения и создаваемые на их основе электронные образовательные среды позволяют организовать переводческий тренинг не только в сфере письменного, но даже устного перевода. В Европе и США подобные дистанционные программы существуют уже сравнительно давно, хотя, на наш взгляд, этот сегмент образовательного рынка пока далек от насыщения и в этих странах.

Анализ задач, которые требуют решения при дистанционном обучении переводу, целесообразно вести в рамках компетентностного подхода.

Общеввропейский стандарт качества перевода EN-15038 [1], принятый Европейским комитетом по стандартизации в 2006 г., выделяет следующие компетенции, необходимые переводчику:

а) переводческая компетенция: включает умение выполнять перевод текста на требуемом уровне, т.е. в соответствии с правилами лингвистической системы языка перевода, а также в соответствии с инструкциями, полученными от заказчика. Она также включает в себя

умение выявлять трудности понимания и создания текста, а также умение перевести исходный текст в соответствии с соглашением между заказчиком и исполнителем и обосновать правильность конечного текста;

б) лингвистическая и текстовая компетенция: включает профессиональное владение языками оригинала и перевода, знание структуры текста и текстовых конвенций общезыкового и узкоспециального характера, знание типологии текстов, умение применять имеющиеся знания для продуцирования текстов определенной жанровой направленности;

в) исследовательская компетенция, поиск и обработка информации: включает умение эффективно получить дополнительную лингвистическую и специальную информацию, необходимую для понимания исходного текста и создания текста перевода, навыки использования справочно-поискового аппарата и умение выбирать нужную стратегию для эффективного применения имеющихся в наличии источников информации;

г) культурная компетенция: включает знание особенностей языкового поведения, системы ценностей и социокультурных феноменов взаимодействующих культур;

д) техническая компетенция: включает умения и навыки, необходимые для профессиональной подготовки и выполнения перевода, в том числе умение пользоваться соответствующими техническими средствами.

Достижение высокого уровня переводческой компетенции, безусловно, является одной из центральных задач процесса обучения. Спектр тренировочных заданий, которые обучающиеся могут выполнять самостоятельно, т.е. без реального партнера, достаточно широк. Это могут быть:

а) задания, тренирующие психологические и когнитивные свойства, необходимые переводчику (память, внимание, скорость реакции, темп и четкость речи и т.п.), например:

- упражнения на запоминание,
- эхо-повторы,
- проговаривание скороговорок (по образцу, предложенному диктором или за ограниченное время),
- упражнения на фиксирование и воспроизведение прецизионной информации.

б) задания на выполнение различных видов перевода, например:

- абзацно-фразовый перевод аудио/ видеофрагмента (текст при этом можно заранее разбить на отрезки для перевода с помощью пауз или представить в виде ряда отдельных пронумерованных фрагментов с тем, чтобы задать определенную длину переводимого отрезка),
- последовательный перевод аудио/видеофрагмента (обучаемый прослушивает весь фрагмент, выполняя переводческую краткую

запись, затем проговаривает перевод, записывая его с помощью программы аудиозаписи для последующего прослушивания или предъявления преподавателю. Учитывая, что речь идет о тренинговых заданиях, целесообразно разрешить многократное прослушивание фрагмента, однако при необходимости можно программными средствами ограничить число прослушиваний),

- синхронный перевод аудио/видеофрагмента (с опорой или без опоры на текст),
- реферативный и аннотационный перевод аудио/видеофрагмента (письменный или устный с аудиозаписью),
- полный письменный перевод текста в текстовом редакторе с использованием электронных словарей и Интернет-ресурсов (для ознакомления обучаемых с возможностями сети Интернет можно включить в данный учебный элемент ссылки на соответствующие ресурсы).

Рабочей группой преподавателей Пятигорского государственного лингвистического университета (ПГЛУ) и Адыгейского государственного университета разработано электронное учебно-методическое пособие, позволяющее самостоятельно выполнять различные виды переводческого тренинга на начальном этапе.

Начиная работу с пособием, обучающийся создает учетную запись, и в дальнейшем ход и все результаты его деятельности в рамках пособия фиксируются, а затем могут быть просмотрены преподавателем.

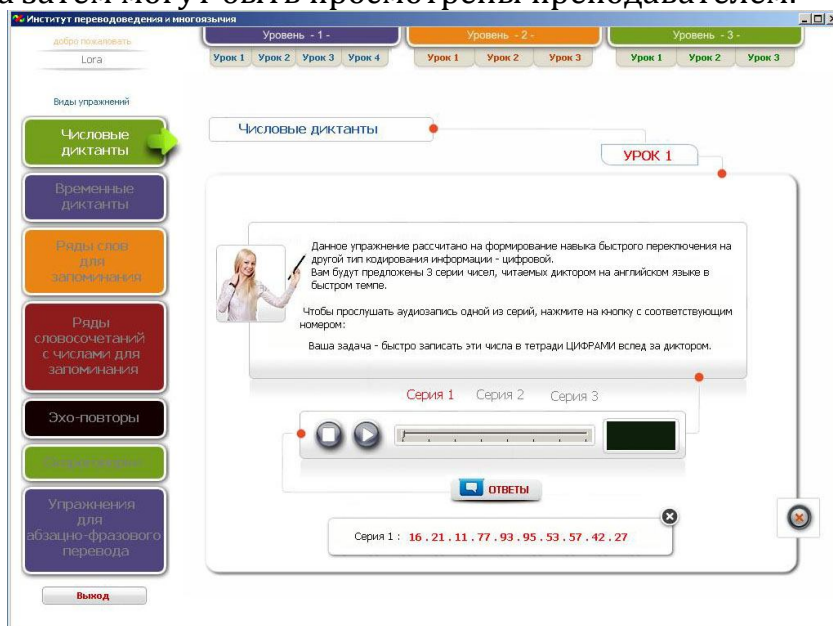


Рис.1. Интерфейс пособия: раздел «Числовые диктанты»

Пособие включает в себя ряд уроков, каждый из которых состоит из набора тренинговых упражнений на развитие базовых навыков и умений: числовые и временные диктанты, ряды слов и словосочетаний с числами для запоминания, эхо-повторы, скороговорки, тексты низкого и среднего

уровня сложности для абзацно-фразового перевода. Выполнив задание, обучающийся может посмотреть ответ, чтобы выполнить самопроверку. Уроки разбиты на 3 уровня по возрастанию сложности. Таким образом, пользователь может сам выбрать уровень сложности, соответствующий уровню сформированности базовых компонентов его переводческой компетенции (см. Рис. 1).

Элементы дистанционного обучения переводу уже не первый год используются в Институте переводоведения и многоязычия ПГЛУ при организации учебного процесса студентов заочной формы обучения. Самостоятельная работа студентов в рамках таких дисциплин как «Практический курс перевода» и «Устный перевод» в течение всего семестра осуществляется в электронной образовательной среде университета edu.pglu.ru, основанной на платформе MOODLE. Таким образом, в ИПиМ уже реализована концепция дистанционной поддержки различных форм обучения переводу в вузе.

Тем не менее, дистанционную поддержку заочной формы обучения нельзя рассматривать в полной мере как дистанционное обучение переводу. Студенты-заочники два раза в год встречаются с преподавателями в аудитории, и с ними проводятся очные занятия по практическим и теоретическим дисциплинам.

Новым шагом вперед в этом направлении, на наш взгляд, является организация полностью дистанционного обучения переводу – хотя бы на начальном уровне.

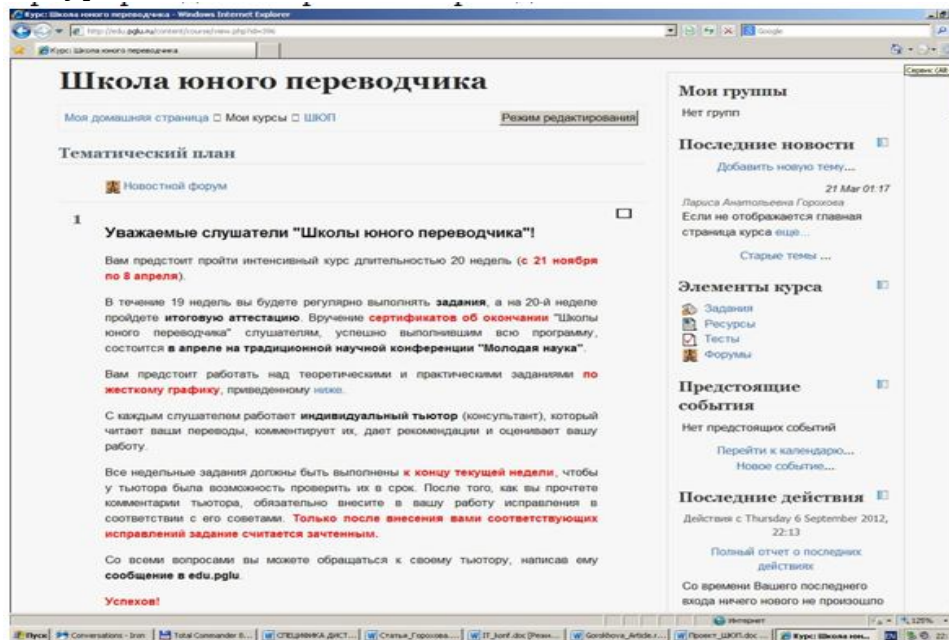


Рис.2. Главная страница дистанционного курса «Школа юного переводчика» в ЭОС edu.pglu.ru

В качестве такого шага мы хотели бы представить концепцию дистанционной «Школы юного переводчика». Этот экспериментальный

проект запущен в Институте переводоведения и многоязычия ПГЛУ в марте 2009 г.

Необычность «Школы юного переводчика» состоит, во-первых, в том, что она рассчитана на учащихся старших классов специализированных языковых школ и гимназий, а также на учащихся общеобразовательных школ, имеющих соответствующий уровень языковой подготовки; и во-вторых, в том, что данная программа является полностью дистанционной. Школьники встречаются со своими преподавателями лично только на церемонии вручения сертификатов об окончании «Школы...». В настоящее время в проекте принимает участие одна школа – гимназия №2 г. Георгиевска Ставропольского края, однако о желании участвовать в эксперименте заявили еще несколько школ региона.

Обучение в «Школе юного переводчика» организовано в электронной образовательной среде ПГЛУ <http://edu.pglu.ru>, созданной на базе платформы MOODLE (см. Рис. 2). По замыслу авторов, программа обучения состоит из 2 параллельно осваиваемых модулей: «Теория перевода» и «Практика перевода».

Теоретический раздел включает ряд небольших по объему лекций по истории и теории перевода, основам переводческой этики и этикета, которые содержат текстовую и графическую информацию, аудио- и видеотреклеты, а также внутренние и внешние ссылки на другие ресурсы. Для создания подобных информационных ресурсов используется ресурс «Веб-страница» (Page); вопросы для самопроверки объединены в элементе «Тест» (Quiz). Однако более целесообразным представляется использование элемента «Лекция» (Lesson) для обеспечения более внимательного изучения слушателями материалов лекции с параллельной проверкой усвоения читаемого.

Практический раздел содержит материалы и задания для обучения основам как письменного, так и устного перевода. Задания, нацеленные на формирование базовых умений и навыков письменного перевода, включают:

- упражнения на преодоление отдельных переводческих трудностей (наборы изолированных предложений для перевода);
- упражнения на перевод небольших по объему связных текстов низкой и средней сложности (публицистических, информационных, художественных, научно-популярных);
- вспомогательные упражнения, нацеленные на выработку отдельных навыков и умений, необходимых переводчику (передача имен собственных при переводе, разграничение интернациональных слов и «ложных друзей переводчика», работа со словарями, поиск в Интернете, расширение словарного запаса и фоновых знаний, развитие родной и иноязычной речи и др.).

Для создания заданий подобного рода в edu.pglu.ru можно использовать такие элементы MOODLE, как «Задание с ответом в виде текста» (Online

Text), «Задание с ответом в виде файла» (Upload a Single File), «Глоссарий» (Glossary), «Тест» (Quiz), «Форум» (Forum), «Вики» (Wiki).

Раздел, посвященный основам устного перевода, может включать:

а) задания, ориентированные на выполнение того или иного вида устного перевода: с листа, абзацно-фразового, реферативного, аннотированного, на базе актуальных аутентичных текстов, доступных пониманию и представляющих интерес для старшеклассников. Как правило, подобные задания создаются с помощью элемента MOODLE «Задание с ответом вне сайта» (Offline Activity), который позволяет создавать гиперссылки на аудио- и видеоматериалы, размещенные на других Интернет-сайтах, а также прикреплять аудио- и видеофайлы непосредственно к заданию для скачивания (см. Рис. 3).

б) вспомогательные тренинговые упражнения, нацеленные на увеличение объема памяти, коррекцию темпа речи и дикции, выработку навыка переключения, улучшения восприятия на слух иноязычной речи и др. Для этого в настоящее время слушателям рекомендуется использовать вышеупомянутое электронное учебно-методическое пособие «Переводческий тренинг на начальном этапе» на DVD-ROM, однако в ближайшем будущем планируется размещение онлайн-версии пособия в edu.pglu.



Рис.3. Задание на отработку навыков устного и письменного перевода

В силу специфики дистанционного онлайн-обучения переводу, совершенно особое значение приобретает фигура преподавателя. Чтобы обеспечить выполнение одного из важнейших условий обучения переводу – его интерактивности, преподаватель должен постоянно осуществлять индивидуализированную обратную связь с каждым учащимся. Каждое

задание должно быть не только проверено и оценено, но и подробно прокомментировано. Необходимо не исправлять ошибки, а указывать на них, поощряя дальнейшее редактирование задания самим учащимся.

Очевидно, что один преподаватель не в состоянии вести подобный курс в одиночку. Необходимы тьюторы, тесно работающие с небольшим числом слушателей. На наш взгляд, оптимальным выходом является привлечение в качестве тьюторов студентов-переводчиков старших курсов.

В «Школе юного переводчика» индивидуальные тьюторы из числа студентов старших курсов работают с 2-3 учащимися, закрепленными за ними, под руководством преподавателя, курирующего деятельность нескольких тьюторов.

Тьюторы проверяют письменные переводы слушателей, комментируют их, дают рекомендации и оценивают конечную (исправленную) версию перевода. LMS MOODLE позволяет осуществлять проверку и комментирование работ пользователей в форме, удобной как для преподавателя, так и для обучаемого. Комментирование представленного перевода тьютор может осуществлять и устно (например, с помощью программы CamStudio, позволяющей записывать все происходящее на экране компьютера и синхронный аудиокomentarий через микрофон).

Тьюторы также ведут постоянный мониторинг всей деятельности слушателей в электронной образовательной среде: регулярность посещений, время, затраченное на выполнение устных заданий и т.п.

Как правило, тьюторы не имеют возможности личной встречи со своими слушателями, - однако постоянная совместная работа в edu.pglu способствует установлению межличностного контакта, несмотря на разделяющее их расстояние.

Итоги трех выпусков «Школы юного переводчика» 2010, 2011 и 2012 гг. свидетельствуют о том, что школьники, прошедшие курс дистанционного обучения основам перевода, умеют выбрать оптимальную стратегию перевода, могут осуществлять адекватный и эквивалентный перевод текстов низкой и средней сложности и выполнять авторедактирование перевода.

В числе проблем, которые еще ждут своего решения, хотелось бы указать на недостаточный объем синхронного учебного взаимодействия между слушателем и тьютором, а также отсутствие такого взаимодействия между самими слушателями. На данном этапе развития «Школы юного переводчика» все виды взаимодействия между тьюторами и слушателями носят асинхронный характер. С одной стороны, это удобно, так как не налагает жестких ограничений на выбор времени выполнения и проверки заданий. Однако, с другой стороны, отсутствие аудитории, с которой взаимодействует обучаемый, является серьезным недостатком большинства форм дистанционного обучения. В обучении устному переводу особенно важно обеспечить обучаемому ощущение «публики», т.е.

слушателей, которые воспринимают и оценивают его профессиональную деятельность.

Решением данной проблемы, на наш взгляд, может стать использование программного обеспечения для голосовой связи и видеосвязи через Интернет (например, Skype позволяет совершать конференц-звонки до 25 голосовых абонентов, включая инициатора и видеоконференции до 10 абонентов).

Еще более удобным инструментом компенсации вышеупомянутого недостатка является проведение вебинаров. Существуют сайты, предоставляющие возможность организации вебинаров в сети без установки на компьютер дополнительных агентов. В ряде случаев данная услуга даже предоставляется бесплатно. Однако именно использование специальных программ (например, Adobe Connect Pro) позволяет воспользоваться всем разнообразием функций: видеотрансляция с веб-камеры (возможна как для преподавателя, так и для других участников вебинара), демонстрация презентаций и др. иллюстративных материалов, возможность задавать вопросы выступающему как в текстовой (через чат), так и в звуковой форме, совместная работа с виртуальной доской и документами, возможность проводить опрос и отображение его результатов для преподавателя и/или других участников вебинара. При использовании данной формы достигается максимальный эффект присутствия слушателя в аудитории, обеспечивается полноценный контакт с преподавателем.

Дистанционная «Школа юного переводчика» в ПГЛУ активно развивается; появление новых информационно-коммуникационных технологий расширяет возможности дистанционного обучения переводу, заставляет искать и апробировать новые методические приемы. Популярность данного проекта говорит о том, что среди учащихся школ в провинции есть целый ряд талантливых, неравнодушных людей, которые в силу географических, материальных или иных причин не имеют возможности расширять свои знания в сфере иностранных языков и перевода, и которым подобная дистанционная программа (реализуемая на волонтерских началах) дает шанс получить качественное дополнительное образование.

Литература

1. European Standard prEN 15038 (Final Draft) // Statsautoriserede translatorer forening. - <http://www.statsaut-translator.no/website.aspx?displayid=1790>. – P. 6-7.

Грищенкова Г.А.

ГОУ СПО «Юргинский техникум машиностроения и информационных технологий», преподаватель
gaala08@rambler.ru

Разработка информационной системы «Электронное портфолио преподавателя» на платформе 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.2

Сегодня наблюдается широкое проникновение компьютерных технологий в различные сферы человеческой деятельности. Наиболее органично информационные технологии вписываются в процесс оформления разнообразной учетной документации. Разрабатываемые и внедряемые в процесс учета автоматизированные информационные системы делают учет более качественным и эффективным.

Современным мощным средством быстрого и качественного проектирования прикладных информационных систем является технологическая платформа 1С:Предприятие 8.2.

Актуальность проблемы автоматизации учета обусловила необходимость разработки прикладной программы для ведения учета результатов практической деятельности преподавателя, которая была реализована в 2012 году в виде информационной системы «Электронное портфолио преподавателя» на платформе 1С:Предприятие 8.2.

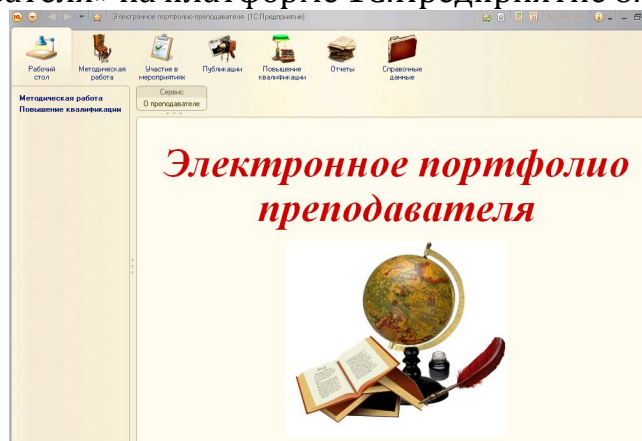


Рис. 1. Рабочий стол конфигурации

Портфолио преподавателя — это средство фиксирования, накопления материалов, демонстрирующих уровень профессионализма преподавателя и умение решать задачи своей профессиональной деятельности. Портфолио преподавателя показывает уровень подготовленности педагога и уровень активности в учебных и внеучебных видах деятельности, позволяет проанализировать, обобщить и систематизировать результаты работы [1].

Основные функции конфигурации «Электронное портфолио

преподавателя» (рис.1) следующие:

- регистрация «достижений» преподавателя пятью видами документов по направлениям деятельности: методическая работа, подготовка студентов к участию в мероприятиях, личное участие в мероприятиях, публикации, повышение квалификации;
- формирование сводных отчетов о деятельности преподавателя в указанный пользователем интервал времени.

Схема работы с программой представлена на рис.2:

- учет дел преподавателя документами, проведение документов;
- формирование печатных форм документов;
- накопление зафиксированных документами данных в регистрах накопления;
- формирование сводной аналитической отчетности на основании данных регистров накопления;
- ведение «вспомогательных» справочников, обеспечивающих функционирование документов;
- использование констант в печатных формах документов и отчетов.



Рис. 2. Схема работы с программой «Электронное портфолио преподавателя»

Для учета разных направлений деятельности преподавателя в программе организованы подсистемы: «Методическая работа», «Участие в мероприятиях», «Публикации», «Повышение квалификации». В каждой подсистеме создаются документы, в которых фиксируются произошедшие события, а также сводные отчеты по соответствующему направлению работы.

Кроме того, все возможные отчеты собраны отдельно в подсистеме «Отчеты».

Подсистема «Справочные данные» предназначена для ведения «вспомогательных» справочников и констант, обеспечивающих функционирование документов и используемых в печатных формах

программы. «Вспомогательные» справочники системы: «Виды мероприятий», «Виды методической работы», «Виды наград», «Дисциплины», «Издания», «Специальности», «Студенты». Помимо этого, доступ к соответствующим справочникам имеется непосредственно «внутри» каждой подсистемы. На рис.3 – константы конфигурации: «Наименование образовательного учреждения», «ФИО преподавателя», «Цикловая комиссия (кафедра)».

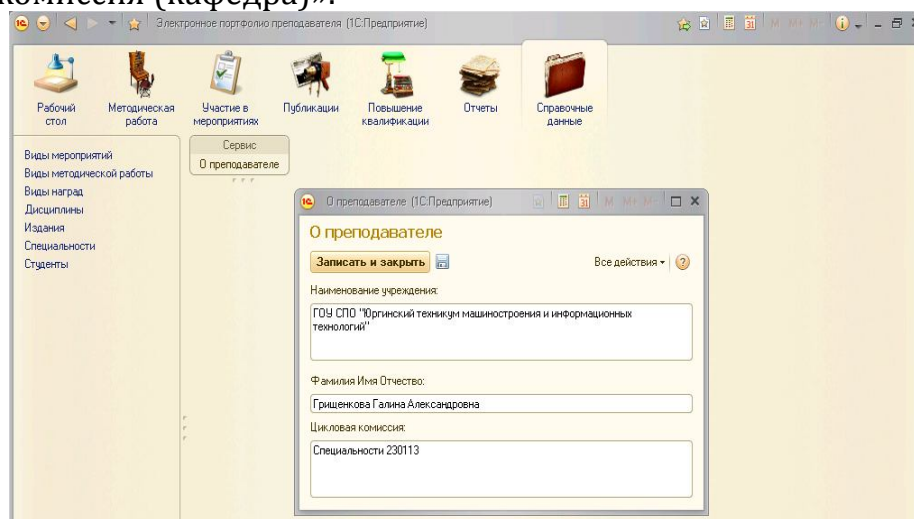


Рис. 3. Константы конфигурации

На рис.4 приведен один из справочников – «Виды мероприятий», элементы которого будут использованы при заполнении документов из подсистемы «Участие в мероприятиях»: викторина, выставка, информационный форум, НПК, семинар и др.

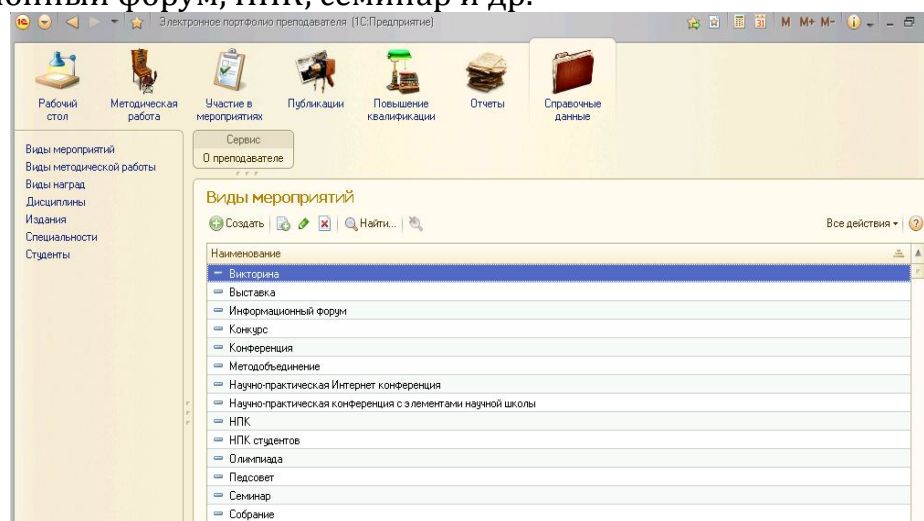


Рис. 4. Справочник «Виды мероприятий»

Работу с документами и отчетами можно рассмотреть на примере одной из подсистем – «Участие в мероприятиях»:

- здесь предусмотрена работа с документами двух видов – «Личное участие», «Подготовка студентов»: создание, просмотр, редактирование, формирование печатных форм документов;

- формирование двух видов отчетов;
- имеется доступ к 3 из 7 «вспомогательных» справочников.

На рис.5 представлен список документов «Личное участие в мероприятиях» из подсистемы «Участие в мероприятиях».

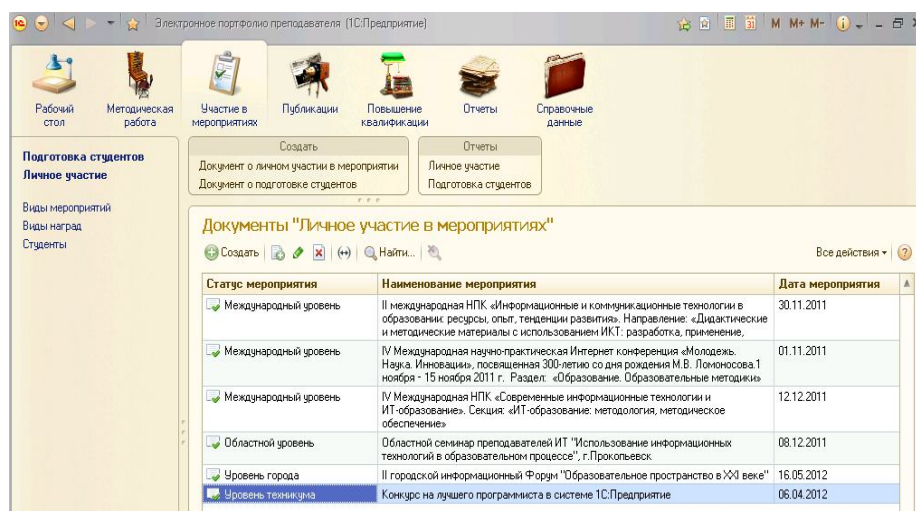


Рис. 5. Список документов «Личное участие в мероприятиях»



Рис. 6. Документ «Личное участие в мероприятиях»

При создании документа о личном участии в мероприятии (рис.6) заполняются реквизиты шапки:

- статус мероприятия (выполнить выбор элемента из выпадающего списка);
- вид мероприятия (выполнить выбор элемента справочника «Виды мероприятий» из выпадающего списка);
- наименование;
- место проведения;
- дата мероприятия (можно указать период с – по).

В табличной части документа указывается перечень представленных работ:

- название работы;

- вид награды (выполнить выбор элемента справочника «Виды наград»);
 - указываются примечания (сведения об опубликовании работы).
- Кнопка «Печать» формирует печатную форму документа (рис.7). В печатной форме документа использованы константы конфигурации – наименование образовательного учреждения, ФИО преподавателя.

ГОУ СПО "Юрлинский техникум машиностроения и информационных технологий"

Преподаватель: Грищенкова Галина Александровна

Личное участие в мероприятиях

Статус мероприятия: Международный уровень

Вид мероприятия: НПК

Наименование мероприятия: II международная НПК «Информационные и коммуникационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития». Направление: «Дидактические и методические материалы с использованием ИКТ: разработка, применение, эффективность (ИТО-2011)»

Место проведения: Архангельский областной институт переподготовки и повышения квалификации работников образования

Дата мероприятия с по: 30.11.2011 03.12.2011

Название работы	Награда	Примечание
Разработка учебных пособий для образовательного процесса на языке С++	Сертификат участника	Доклад опубликован в сборнике трудов конференции: http://ppk.arkh-edu.ru/forum_test.php?PAGE_NAME=list&FID=39&PAGE_N_1=2 , есть диск с трудами конференции - в методкабинете

Рис. 7. Печатная форма документа «Личное участие в мероприятиях»

Работа с документом завершается операцией проведения, в результате которой данные документа передаются в регистр накопления, - кнопка «Провести и закрыть».

Порядок работы с документами о подготовке студентов к участию в мероприятиях (рис.8) аналогичен рассмотренному.

Документ о подготовке студентов 000000007 от 29.05.2012 10:42:56

Провести и закрыть | Провести | Печать

Дата создания документа: 29.05.2012

Статус мероприятия: Областной уровень

Вид мероприятия: Олимпиада

Наименование мероприятия: Областная олимпиада по ИТ

Место проведения: г. Прокопьевск Кемеровской области, ГОУ СПО ПГТК им. Романова

Дата начала: 25.04.2012

по:

N	Студент	Тема работы	Награда	Примечание
1	Иванова И.С., гр. ВТ-09	Участие в олимпиаде	2 место (командное)	5 место личное
2	Пашкова Д.А., гр. ВТ-09	Участие в олимпиаде	2 место (командное)	6 место личное

Рис. 8. Документ «Подготовка студентов к участию в мероприятии»

Формирование отчетов из подсистемы «Участие в мероприятиях» осуществляется на период, заданный пользователем.

Например, на рис.9 приведен отчет, отражающий личное участие преподавателя в мероприятиях в течение учебного года – с 1 сентября по 31 июля. Для указания временных границ данных отчета использованы параметры «Начало периода», «Конец периода». Данные отчета сгруппированы по статусу мероприятий: международный уровень, всероссийский уровень, областной уровень, уровень города, уровень образовательного учреждения. В печатной форме отчета, как и в

документе, использованы константы конфигурации.

Виды мероприятий	Наименование мероприятий	Место проведения	Дата с	по	Название работы	Награда	Примечание
Международный уровень	IV Международная научно-практическая конференция «Молодежь. Наука. Инновации», посвященная 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова 1 ноября – 15 ноября 2011 г. Раздел «Образование. Образовательные методики»	Архангельский областной институт переподготовки и повышения квалификации работников образования	30.11.2011	03.12.2011	Разработка учебных пособий для образовательного процесса на языке C++	Сертификат участника	Документ опубликован в сборнике трудов конференции: http://www.izdatnik.com/ru1/rfmc/AGE_NAME=448FD=388PAGE_N_1=2, есть файл с трудов конференции - в методкабинете
Областной уровень	Семинар «Областной семинар преподавателей ИТ «Использование информационных технологий в образовательном процессе», г.Прокляевск	Российский государственный университет инновационных технологий и предпринимательства (Пензенский филиал), Пенза	01.11.2011	15.11.2011	Разработка учебных пособий для образовательного процесса на языке C++		Документ опубликован на сайте конференции: http://www.izdatnik.com/ru1/rfmc/AGE_NAME=448FD=388PAGE_N_1=2, есть файл с трудов конференции - в методкабинете
Областной уровень	Семинар «Областной семинар преподавателей ИТ «Использование информационных технологий в образовательном процессе», г.Прокляевск	Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет вычислительной математики и механики, Москва	12.12.2011	14.12.2011	Разработка учебных пособий для образовательного процесса на языке C++		Документ опубликован в сборнике трудов конференции: http://www.izdatnik.com/ru1/rfmc/AGE_NAME=448FD=388PAGE_N_1=2, есть файл с трудов конференции - в методкабинете
Уровень города	Информационный форум «Образовательное пространство в XXI веке»	г. Прокляевск Кемеровской области, ГОУ СПО ПТК им. Романова	08.12.2011		Обсуждение заданий областной олимпиады	Сертификат участника	
Уровень города	Информационный форум «Образовательное пространство в XXI веке»	ГОУ СПО ЮПИИТ	16.06.2012		Информационные технологии в работе классного руководителя	Диплом участника	Документ

Рис. 9. Отчет «Личное участие в мероприятиях»

Работа в других подсистемах конфигурации осуществляется аналогично.

Представленная программа поможет педагогу не только систематизировать результаты работы, но и объективно оценить свои возможности и спланировать действия по преодолению трудностей и достижению более высоких результатов. Программа позволяет быстро и качественно сформировать отчетность за любой локальный период, а также подготовиться к ежегодному отчету преподавателей перед администрацией образовательного учреждения.

Представленная программа уже взята на вооружение и используется преподавателями техникума.

Литература

1. Портфолио учителя. – URL: <http://prokinana.narod.ru/>.

Зеленко Л.С.,

Самарский государственный аэрокосмический университет имени
акад. С.П.Королева (национальный исследовательский университет)
к.т.н., доцент кафедры программных систем
LZelenko@rambler.ru

Загуменнов Д.А.

аспирант кафедры программных систем
sndp@mail.ru

Принципы разработки виртуальной обучающей системы «3Ducation»

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой виртуальной обучающей системы; обосновывается выбор проектных и программных решений, в частности, применения технологии виртуальных миров, позволяющей обеспечить погружение обучаемого в 3D-пространство; описываются структуры учебного курса и виртуального пространства.

Введение

Виртуальная обучающая система (среда) – относительно новый вид образовательных систем, который объединяет в себе особенности традиционных систем обучения и обучающих сред. Современные информационные и телекоммуникационные технологии, в первую очередь, интернет-технологии, являются средством технологической поддержки обучения и обеспечивают доступ к разнообразным мультимедийным ресурсам, размещенным на удаленных серверах. Объем хранимой на них информации уже не имеет принципиального значения, значит, обучение может стать более интересным и насыщенным за счет использования в процессе обучения объектов 3D-графики, видеоматериалов и др.

Виртуальная обучающая система (ВОС) «3Ducation» разрабатывается под руководством авторов на кафедре «Программные системы» факультета «Информатика» Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ) в рамках проекта «Школа информатики СГАУ».

Система предназначена для дистанционного обучения школьников средних и старших классов базовому курсу «Информатика» и подготовки их к сдаче ЕГЭ по данной дисциплине.

Обоснование выбора технологии построения ВОС

Разрабатываемая система широко использует игровой подход и возможности *технологии виртуальной реальности* (Virtual Reality) или виртуальных миров. Виртуальные миры, безусловно, уступают по

популярности социальным сетям, блогам и другим основополагающим элементам современного Интернета, однако технологии их построения весьма развиты и разнообразны, к ним относятся: VRML, X3D, O3D, Unity3D, Torque Game Engine и др.

Критерием отбора технологии для данной системы стала возможность интеграции виртуальных миров в браузер, так как отсутствие интеграции неизбежно бы разрушило целостность системы. После тщательного анализа выбор был остановлен на бесплатной версии игрового движка *Unity3D*, создатели которого (компания Unity Technologies) описывают его как «самый мощный игровой движок». Уровень графических эффектов Unity3D превосходит O3D, и X3D, но куда более ценным фактом является его простота, удобство и стабильность. Графический редактор позволяет быстро моделировать геометрию сцены, не прибегая к написанию кода. Для импорта любого ресурса (здесь они известны под названием assets) достаточно переместить соответствующий файл в папку с проектом. Большим достоинством Unity3D является внушительная коллекция готовых ресурсов — предметов обихода и моделей персонажей с готовым и гибко настраиваемым кодом, отвечающим за управление и движение камеры.

С помощью движка Unity3D систему можно разработать быстро и в полном объеме, избежав неочевидных трудностей, способных затормозить или остановить работу.

Программные средства разработки

В число программных средств, выбранных для разработки системы, входят следующие среды и технологии:

- среда разработки Microsoft Visual Studio 2010 и язык программирования C# 4.0;
- технология разработки веб-приложений ASP.NET 4.0;
- фреймворк ASP.NET MVC Framework 3.0;
- технология доступа к данным Entity Framework 4.0;
- система управления базами данных Microsoft SQL Server 2008;
- программное обеспечение для сервера IIS 7.5;
- JavaScript-библиотека ExtJS 4.0;
- среда разработки Unity Editor 3.4;
- трехмерный графический редактор Blender 2.6.

Все они взаимно дополняют друг друга и в сумме предоставляют полный спектр возможностей, необходимый для реализации системы.

Ядро системы разработано с помощью фреймворка ASP.NET MVC Framework, который использует технологию ASP.NET от Microsoft, и позволяет создавать веб-приложения, предлагая пользователю структуру проекта, отвечающую принципам шаблона MVC (model-view-controller, модель-представление-поведение).

Internet Information Services (IIS) – стандартное решение от Microsoft

для выполнения обмена информацией между сервером и клиентом, а также выполнения других функций клиент-серверных приложений. При развертывании системы в распределенной среде это программное обеспечение должно быть установлено на серверной части системы.

ExtJS – крупная библиотека на языке JavaScript, упрощающая разработку сложных и высоко интерактивных веб-интерфейсов, которая поддерживает технологию AJAX, анимацию, работу с объектной моделью веб-документа (DOM), реализацию таблиц, вкладок, обработку событий, а также ряд сложных графических компонентов (например, диаграмм или дерева каталогов).

Редактор Unity Editor – это единая среда разработки, поддерживающая полный процесс создания виртуального мира. Построение трехмерного пространства производится непосредственно внутри редактора, программирование логики – в интегрированной среде MonoDevelop на языках JavaScript или C#. Исключение составляет моделирование сложной геометрии: в Unity Editor возможно лишь создание графических примитивов (куб, цилиндр, сфера) и объединение их в группы; остальное необходимо импортировать из трехмерных редакторов. Для этих целей выбран открытый и бесплатный 3D-редактор Blender.

К несомненным достоинствам как Unity, так и Blender, следует отнести большое и активное сообщество разработчиков, благодаря которому можно быстро найти решение практически любых возникших при разработке проблем.

Технологии хранения и манипулирования данными

Одна из основных функций системы – это обработка и хранение данных, а также корректное их отображение при генерации виртуального мира. Для этого используется *технология доступа к данным Entity Framework*, которая позволяет автоматически генерировать базу данных и все таблицы на основании созданных разработчиком сущностных классов и заполнять их первоначальными данными, если таковые были им определены. Данная технология контролирует все изменения, выполненные в ходе разработки системы, на уровне кода и при необходимости изменяет структуру базы данных. Выбор Entity Framework определил и выбор СУБД: Microsoft SQL Server также входит в семейство технологий от Microsoft и лучше других гарантирует плавную и безошибочную работу вышеописанных функций.

Данные, необходимые для функционирования ВОС «3Ducation», хранятся в базе данных, логическая модель которой приведена на рис. 1. Кроме того, часть данных хранится на сервере в виде файлов.

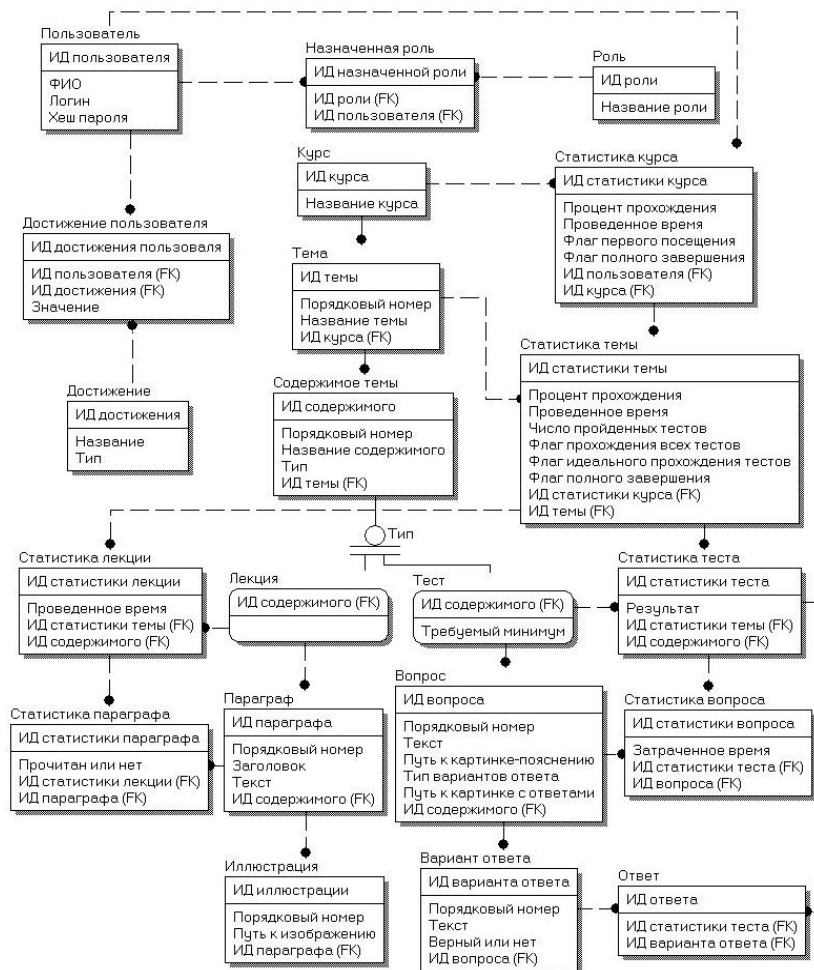


Рис. 1. Логическая модель данных системы

Структура учебного контента

Основной частью контента системы является учебный курс – совокупность текстовых и иллюстрационных материалов, сгруппированных по тематическим признакам. Структура курса имеет древовидную форму и представлена на рис.2: корень дерева распадается на темы, состоящие из лекций и тестов; лекции разбиваются на параграфы, каждый из которых может обладать иллюстрациями; тесты включают ряд вопросов с различным количеством вариантов ответа, каждый из которых может быть верным или неверным. Варианты ответа могут быть представлены либо в текстовом формате, либо в виде изображения; кроме того, иллюстрацией может быть снабжен сам вопрос.

За разработку структуры учебного курса отвечает преподаватель, для этого в системе есть встроенный редактор курсов, предоставляющий интерфейс для редактирования, добавления или удаления любого элемента дерева. Кроме того, преподаватель имеет возможность загрузить учебный материал из файла MS Word, который должен иметь

определенный формат.

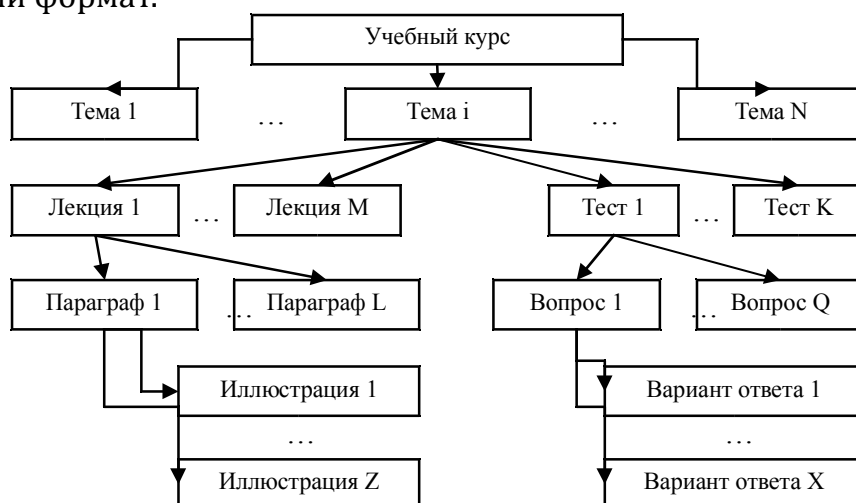


Рис. 2. Структура учебного курса

Структура виртуального пространства

Трехмерное обучающее пространство состоит из двух частей: постоянной и динамической. *Постоянная часть* оформлена в виде холла, содержит вводную информацию об университете, факультетах, кафедре и разработчиках, а также включает терминал для выбора курса из списка всех доступных курсов. *Динамическая часть* представляет собой набор связанных комнат/коридоров и генерируется автоматически на основе структуры выбранного курса и комнат-шаблонов, внутрь которых загружается конкретное содержание. Пример схемы трехмерного пространства представлен на рис. 3.

Взаимодействие пользователя с объектами виртуального мира осуществляется через персонажа-аватара.

Система отслеживает прогресс обучаемого внутри трехмерного пространства и сохраняет его в базе данных, а также отображает статистику его действий, включая проведенное в мире время, число пройденных тестов и верных ответов на вопросы, а также процент завершения курса/темы.

Процесс обучения включает элементы *игрового подхода*, в том числе постоянное поощрение, основанное на системе очков опыта из ролевых видеоигр; очками награждаются любые действия пользователя, начиная от незначительных второстепенных (чтение вводной информации, исследование мира) и заканчивая непосредственно учебными (чтение лекций, прохождение тестов).

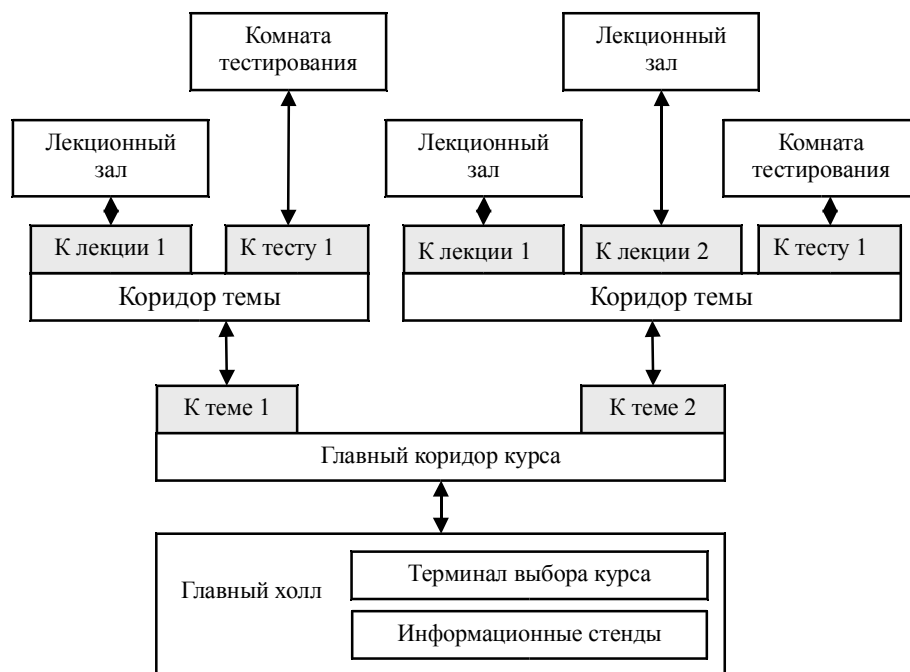


Рис.3. Пример схемы трехмерного обучающего пространства

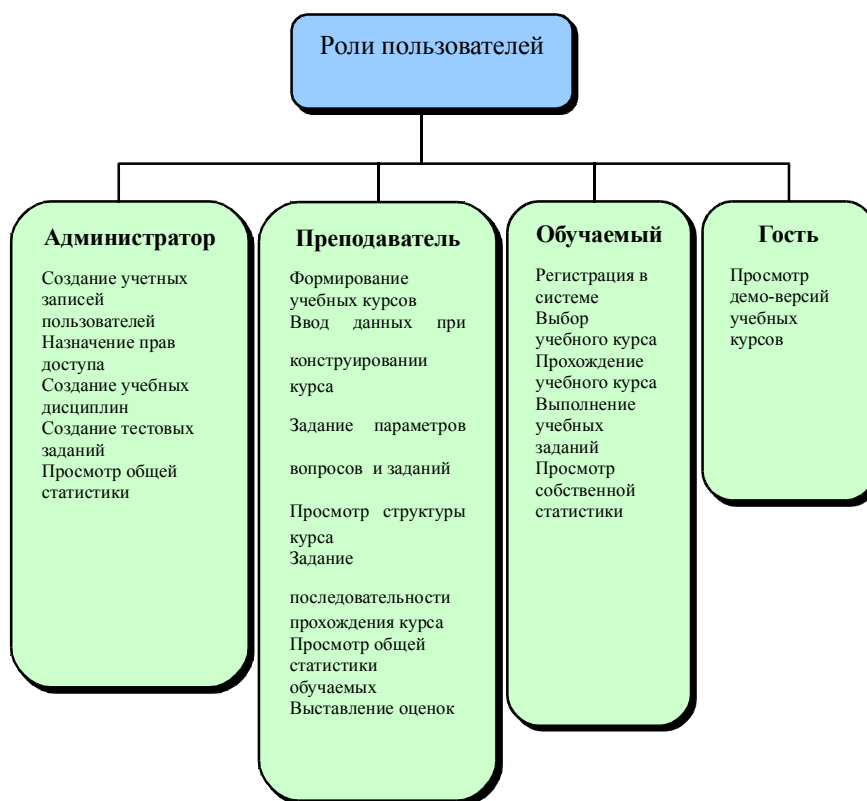


Рис. 4. Роли пользователей системы

Роли пользователей

В системе определены несколько ролей пользователей – гость,

обучаемый, преподаватель, администратор, которые обладают разными правами, и в зависимости от роли пользователю доступны определенные функциональные возможности системы на уровне интерфейса (рис. 4).

Архитектура системы

Почти все виртуальные обучающие среды базируются на технологии клиент-сервер, поэтому ВОС «3Ducation» не является исключением. Архитектура системы представлена на рис. 5.

Клиентская часть представляет собой просто веб-браузер, который используется для просмотра страниц на сервере (пользователю только необходимо установить на своем компьютере небольшой плагин Unity Web Player). 3D-сцены виртуального мира интегрируются в HTML-страницы, поэтому обучаемый может перемещаться по виртуальному пространству точно так же, как по обычным Интернет-сайтам.

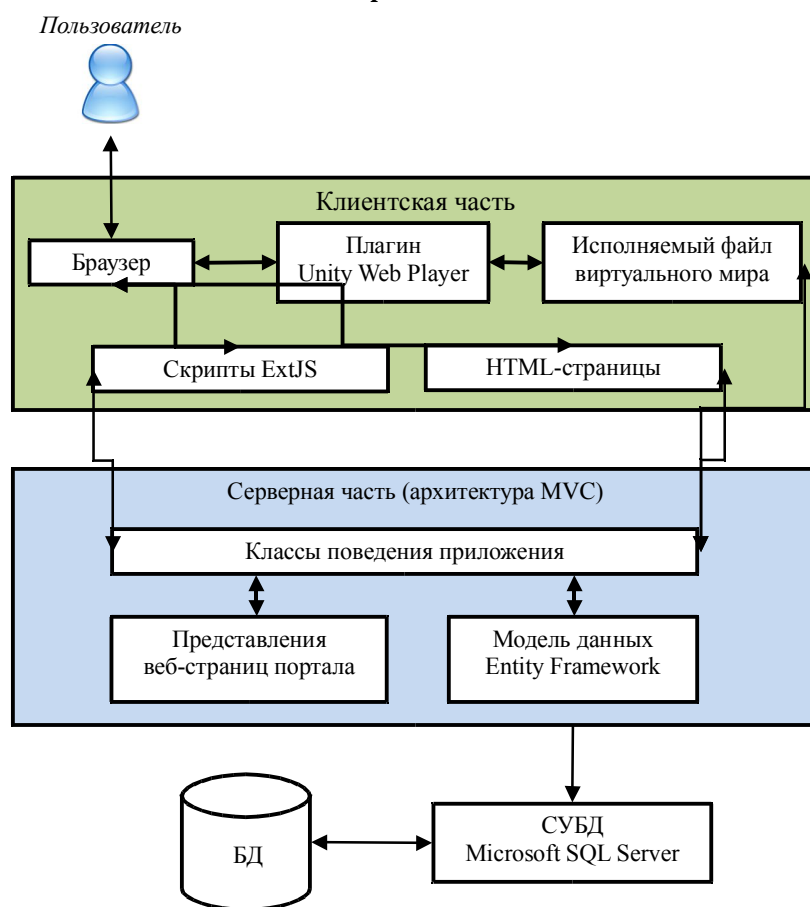


Рис. 5. Архитектура разработанной системы

Серверная часть системы реализует архитектуру MVC, которая определяет три уровня:

- *уровень представления веб-страниц портала;*
- *уровень бизнес-логики приложения и доступа к данным;*
- *уровень данных.*

В качестве протокола обмена данными по сети используется протокол TCP/IP. Четыре контроллера из группы поведения обслуживают

четыре страницы сайта из группы представления. Главным компонентом модели (уровень данных) является контекст базы данных; в нем дается перечисление всех сущностных классов, включенных в модель, и через него работают с базой данных все контроллеры.

Заключение

В настоящее время виртуальная обучающая система «3Ducation» внедряется в учебный процесс школы информатики СГАУ.

В числе перспектив дальнейшего развития системы следует упомянуть реализацию многопользовательского режима, который даст системе социализирующую составляющую, а также добавление экспертных элементов, с помощью которых система сможет адаптироваться под успехи или неудачи конкретного пользователя и выдавать ему актуальные рекомендации, тем самым делая процесс обучения более индивидуальным и интеллектуальным.

Об использовании информационных ресурсов и программных средств в курсе «Модели данных и СУБД»

Аннотация

Рассматриваются информационные ресурсы и программные средства, используемые при обучении студентов факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета по дисциплине «Модели данных и СУБД». Описывается применение сетевой образовательной платформы «eUniversity» в учебном процессе.

Введение

Современные информационные системы трудно представить без использования баз данных. Потребность в создании систем эффективного хранения и обработки больших объёмов данных возникла ещё в начале 60-х годов прошлого века. В настоящее время базы данных входят в состав и образуют основу большинства современных информационных систем. Поэтому дисциплины, включающие разделы по проектированию, созданию, администрированию и эксплуатации баз данных включаются в учебные планы всех специальностей, связанных с информационными системами, информационными технологиями, информатикой. Темы, относящиеся к базам данных, присутствует также в большинстве учебных курсов так или иначе связанных с информационными технологиями.

Существует достаточно большой выбор:

- информационных ресурсов для изучения дисциплин по базам данных и СУБД, представленных как ресурсами интернет (порталами, сайтами, электронными учебниками), так и печатными изданиями;
- CASE-средств, позволяющий автоматизировать проектирование, документирование, масштабирование баз данных;
- систем управления базами данных, обеспечивающих управление по созданию, администрированию и использованию баз данных.

Выбор конкретных ресурсов, средств и систем определяется их доступностью, наличием свободно распространяемых версий, простотой интерфейса, требованиями рынка труда и вытекающими из этих требований целями и задачами изучаемых дисциплин.

На факультете прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета учебный план для специальности информатика в седьмом и восьмом семестрах обучения содержит дисциплину «Модели данных и СУБД» в объёме 68 лекционных часов и 50 часов лабораторных занятий. Преподавание дисциплины связано с рядом

особенностей. Как показывает предварительный опрос студентов, большинство из них (70%), участвуя в проектах ИТ-компаний, знакомится с принципами проектирования баз данных и эксплуатации СУБД до начала изучения дисциплины. Это позволяет некоторые темы дисциплины выделять для самостоятельного изучения с рассмотрением на занятиях наиболее сложных аспектов этих тем. В то же время предварительное знакомство с СУБД в условиях работы в ИТ-компаниях создаёт у студентов ложное представление об уровне их подготовки в сторону завышения самооценки и потере интереса к изучению дисциплины.

Для стимулирования процесса обучения преподавание дисциплины «Модели данных и СУБД» включено в программу IBM Academic Initiative [7] и программу Oracle University [9]. Это позволяет использовать информационные и инструментальные ресурсы компаний IBM, Oracle, знакомить студентов с правилами учебной и профессиональной сертификации по программным продуктам, предназначенным для анализа, проектирования, администрирования и эксплуатации баз данных, и предоставлять студентам возможность сертификации по программным продуктам IBM и Oracle.

СОП «eUniversity»

С 2005/2006 учебного года в Белорусском государственном университете используется сетевая образовательная платформа (СОП) «eUniversity», первоначально на факультете прикладной математики и информатики, затем на остальных факультетах [5,8]. Система является совместной разработкой БГУ и ЗАО СП «Международный деловой альянс», ориентированной на структуру вуза Республики Беларусь. В БГУ и ранее использовались формы обучения с применением СДО «Learning Space», «WebCT», «Moodle». Но из-за отсутствия в них либо русскоязычного интерфейса, либо структурирования курсов в соответствии с административной и учебной организацией вуза Республики Беларусь, а также из-за отсутствия качественного сопровождения процесса использования системы данные системы не нашли широкого применения. В связи с чем было принято решение о разработке совместно с ЗАО СП «Международный деловой альянс» СОП «eUniversity», ориентированной на структуру вуза Республики Беларусь. Выбор партнера по разработке обусловлен длительным сотрудничеством БГУ и ЗАО СП «Международный деловой альянс» в образовательной сфере [1,2].

Приведём общую характеристику системы. СОП «eUniversity» предназначается для использования в высшем учебном заведении для организации самостоятельной работы студентов дневной, заочной, вечерней и дистанционной форм обучения, текущего и итогового контроля знаний. Система представляет собой программный комплекс, функционирующий в рамках учебного заведения в целом, имеет интерфейс, минимизирующий временные затраты на обучение студентов, преподавателей и других категорий пользователей. Система реализована в

виде WEB-приложения и рассчитана для использования как в сети Интернет, так и Интранет. Хранимая и используемая в системе информация об учебных курсах и обучаемых адаптирована под структуру учебного процесса в вузе Республики Беларусь. Основными компонентами сетевой образовательной платформы являются подсистема управления обучением и подсистема управления учебным контентом. Основными структурными элементами системы являются: факультет, форма обучения, специальность, специализация, учебный план, учебный курс, учебная группа. Все структурные элементы представлены в виде справочников. В СОП предусмотрены два формата учебных курсов: стандартный и SCORM-курс. Студент может получить доступ только к тем учебным курсам, которые включены в учебные планы специальности и специализации, по которым он обучается, причём из этих курсов, в конкретный момент времени, студенту предоставляются только те, которые соответствуют его году обучения. Подготовка студентов осуществляется на основе учебного плана специальности и учебного плана специализации. СОП обеспечивает возможность ведения библиотеки учебных материалов. Подсистема разработки электронных учебников позволяет создавать собственные структурированные мультимедийные учебники. Обучаемому предоставлена возможность непосредственного просмотра текстовых, HTML, PDF файлов, файлов MS Word, Excel, PowerPoint, файлов изображений, аудиозаписей и видео. В качестве учебных материалов могут выступать: электронный учебник; архив (zip-файл); ссылка на ресурс в Интернете. Студент изучает предложенные учебные материалы, знакомится с рекомендованной литературой, контактирует с преподавателем-консультантом и другими студентами, проверяет свои знания, проходя тесты для самопроверки. Изучив учебные материалы, студент выполняет задания и сдает тесты. Задания представляются в текстовом формате, HTML или PDF. Они могут скачиваться или читаться непосредственно в среде системы. Отчеты по заданиям представляют собой текстовый документ, к которому может быть прикреплен созданный студентом файл любого формата (кроме исполнимых файлов). Результаты выполнения заданий попадают к преподавателю-консультанту для проверки. В системе существуют два типа тестов – для самопроверки и для проверки знаний. Оба типа тестов отличаются только способом доступа. Предусмотрено пять типов вопросов: вопрос закрытой формы; вопрос на последовательность; вопрос на соответствие; вопрос на единственное соответствие; вопрос с фиксированным ответом. Тесты оцениваются системой автоматически. Учебные материалы, а также тесты и задания для проверки результатов их изучения, группируются в учебных модулях. Заключительным этапом работы с учебным курсом является сдача итогового теста. При формировании учебного плана, администратор может указать очередность прохождения учебных курсов. Для обмена информацией между пользователями в системе предусмотрены соответствующие подсистемы. В

системе предусмотрено пять типов пользователей: администратор, наблюдатель, преподаватель, студент, гостевой пользователь. В зависимости от типа пользователю могут быть назначены несколько ролей. Функциональные возможности пользователя определяются его ролью. Одному пользователю не могут быть присвоены роли, принадлежащие разным типам пользователей. Все категории пользователей системы могут работать с ней как из локальной сети вуза, так и с использованием удаленного доступа к ней. Исключением являются итоговый тест по курсу и (опционально) тест по модулю. Эти тесты могут выполняться только в локальной сети вуза, с заданной группы рабочих станций в установленное расписанием время. Данные о студентах, специальностях, специализациях реплицируются из баз данных АИС БГУ, предусмотрена возможность автоматического обновления данных. Обновление производится через промежуточную базу данных под управлением Microsoft SQL Server. СОП опирается на свободно распространяемые программные продукты. Система снабжена подробной документацией, демонстрацией и обучением во флеш анимации.

За период с 2005 года в БГУ отработаны организационные и методические аспекты применения системы в учебном процессе. На уровне факультета они связаны с ознакомлением студентов первого курса с правилами работы с системой, администрированием курсов, составлением расписания тестирования, рекомендациями преподавателям по составлению учебных материала, тестов, заданий по курсам.

В настоящее время система используется на восемнадцати факультетах, в двух институтах и в центре проблем развития образования университета. В ней зарегистрировано 32665 студентов дневной формы, 7927 студентов заочной формы обучения, 1036 преподавателей. Создано и зарегистрировано 1593 курса. В библиотеке размещено 1194 учебных материалов, в том числе 139 электронных учебников.

Информационные ресурсы

В качестве информационных ресурсов в дисциплине «Модели данных и СУБД» используются классические печатные издания и издания преподавателей факультета [3,4] содержащие большой объём теоретического материала, практических примеров и наборов заданий для самостоятельного выполнения. В них содержатся сведения по: 1) моделям данных; 2) этапам и методах проектирования баз данных; 3) построению семантических моделей данных; 4) проектированию баз данных на основе принципов нормализации; 5) языку запросов к базам данных SQL; 6) основным функциям СУБД; 7) распределённым базам данных; 8) администрированию баз данных. Приводятся лабораторные работы по языку SQL и его процедурному расширению – языку PL\SQL.

Электронные варианты изданий имеются на серверах БГУ, в электронной библиотеке БГУ [10], а также занесены в библиотеку СОП «e-University».

В рамках программы IBM Academic Initiative студентам доступны книги и материалы учебного центра IBM для самостоятельного изучения. Программа IBM Academic Initiative предлагает преподавателям и студентам высших учебных заведений доступ к широкому ассортименту ресурсов компании IBM, которые могут быть использованы во время занятий со студентами и при проведении некоммерческих научных исследований в области информатики и компьютерных наук. В частности информационные ресурсы по основам проектирования баз данных, функциям и принципам работы СУБД IBM DB2.

Следующий информационный ресурс относится к открытым источникам Oracle, содержащим документацию по различным версиям одноимённой СУБД. Документация содержит описание принципов организации данных, функционала СУБД, языка высокого уровня PL/SQL, принципов создания объектов базы данных. Программа Oracle University содержит описание правил сертификации по продуктам Oracle.

В лекционном материале приводится сравнение современных систем управления базами данных с указанием общих принципов их организации и присущих каждой системе отличительных особенностей.

Программные средства

СОП e-University используется в курсе и для контроля знаний по теоретическим разделам. Контроль осуществляется в виде прохождения тестов. Как уже отмечалось, система имеет инструментарий для создания тестов и заданий, ведения статистики и составления отчётов по результатам прохождения тестов и выполнения заданий.

Для оперативной оценки результатов выполнения лабораторных работ в курсе используются разработанные преподавателями программы проверки результатов.

В качестве CASE-средства для автоматизации этапов анализа, проектирования и кодогенерации баз данных используется хорошо известная система Erwin [6]. Выбор данного средства обусловлен его ключевыми характеристиками, поддержкой большинства современных СУБД (более 20 производителей), простотой использования.

В курсе рассматривается так же проектирование баз данных в среде DB2 Data Studio.

В качестве СУБД на лабораторных занятиях используются Microsoft Access, IBM DB2, Oracle.

Microsoft Access используется на первых занятиях, как СУБД обладающая простым графическим интерфейсом, позволяющим создавать базу данных и простые приложения. Что позволяет студентам получить быстрое представление об объектах базы данных.

Выбор СУБД IBM DB2 и Oracle объясняется подавляющей долей рынка, занятых данными программными продуктами.

IBM DB2 – это первая Web-совместимая СУБД, обладающая достаточной мощностью и гибкостью для удовлетворения нужд как

крупных корпораций, так и предприятий среднего и малого бизнеса с развитым функционалом работы с XML-данными.

СУБД Oracle - это мощный программный комплекс, позволяющий создавать приложения любой степени сложности, имеющий язык высокого уровня PL/SQL.

Заключение

Использование информационных ресурсов и инструментария фирм разработчиков программного продукта позволяет повысить качество обучения, знакомить студентов с правилами учебной и профессиональной сертификации. В 2012 году 25% студентов факультета прикладной математики и информатики БГУ, обучавшихся по курсу «Модели данных и СУБД», прошли сертификацию по технологиям «IBM DB2 Express - C» и «IBM Data Studio 3.1» в рамках образовательной программы IBA Academic Initiative.

Литература

1. Исаченко А.Н. Корпоративные формы подготовки ИТ-специалистов // “Информационные системы и технологии (IST’2004)” Материалы II Международной конференции (Минск, 8-10 ноября 2004 г.), ч.1, - Мн.: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2004, стр.57-61.

2. Исаченко А.Н. Корпоративный университет как информационная технология подготовки специалистов // “Высшая школа: проблемы и перспективы” Материалы 6-й Международной научно-методической конференции, Минск, 23-24 ноября 2004 г. - Мн.: РИВШ, 2004, стр.158.

3. Бондаренко С.П., Исаченко А.Н. Модели данных и СУБД: лабораторный практикум. - Минск: БГУ, 2005. - 104 с.

4. Исаченко А.Н., Бондаренко С.П. Модели данных и системы управления базами данных. - Минск: БГУ, 2007. - 220 с.

5. Исаченко А.Н. Применение системы дистанционного обучения на факультете прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета // Современные информационные компьютерные технологии: Сб. научных статей. - Гродно: ГрГУ, 2006. - с.195-201.

6. Маклаков С.В. BPwin и Erwin. CASE-средства разработки информационных систем. 2-е изд., испр.и дополн. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. - 304 с.

7. Университетские программы IBM [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ibm.com/ru/software/info/students/> - Дата доступа 03.10.2012.

8. СОП eUniversity [Электронный ресурс] / Белорусский государственный университет. - Минск, 2006. - Режим доступа: <http://euniversity.bsu.by/> - Дата доступа: 03.10.2012.

9. Oracle Database [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.oracle.com/us/products/database/overview/index.html> - Дата доступа: 03.10.2012.

10. Электронная библиотека БГУ [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://elib.bsu.by/> - Дата доступа: 03.10.2012.

Матчин В.Т.,

МГТУ МИРЭА, старший преподаватель
matchin.v@gmail.com

Свечников С.В.

ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика», начальник отдела
ssv@informika.ru

Использование веб-системы тестирования при проведении занятий в ВУЗе

Аннотация

В статье представлены первые результаты использования веб-системы тестирования OpenTest, которая использовалась для проверки знаний студентов при проведении занятий по дисциплине «Управление данными», читаемой в МГТУ МИРЭА. Использование новых технологий оценки знаний позволило поднять мотивацию студентов, а также заставило активно готовиться к занятиям для успешного прохождения тестирования.

Веб-система тестирования

Оценку знаний студентов по дисциплине «Управление данными» в 2012 году было решено проводить с использованием тестовых заданий. В качестве среды подготовки и проведения тестирования была выбрана веб-система тестирования OpenTest www.opentest.ru, которая зарекомендовала себя как профессиональный продукт для оценки знаний, позволяющий разрабатывать собственные тесты и проводить распределенное тестирование в сети Интернет.

Преимуществами использования веб-системы тестирования являются:

- возможность разрабатывать тестовые задания 5 типов;
- группировать задания по темам/подтемам;
- добавлять изображения в тестовые задания;
- перемешивать и ограничивать выборку заданий;
- поддерживать версиюность заданий;
- создавать виртуальные тестовые центры;
- проводить он-лайн тестирование;
- настраивать ограничения доступа к тестам;
- отображать результаты тестирования;
- осуществлять сбор статистики;
- вести отчетность;
- экспортировать результаты в excel.

С 2010 года веб-система тестирования используется для оценки знаний работников сферы образования на компьютерную грамотность и ИКТ-компетентность в рамках системы сертификации ICTtest - www.icctest.edu.ru. За это время открыто 33 региональных центра сертификации в 26 регионах России, на базе которых проводится сертификационное тестирование, создано 13 направлений тестирования: для общего образования, НПО и СПО, проведено более 16 000 сеансов тестирования, выдано более 4 000 именных сертификатов, подтверждающих знания их обладателей.

Постановка цели

Цель исследования была сформулирована следующим образом – использовать тестирование как метод для оценки знаний студентов, чтобы повысить интерес у студентов к изучаемому предмету и заставить их активнее готовиться к занятиям.

Для достижения цели необходимо было разработать тесты, которые можно было бы использовать для еженедельной оценки уровня знаний студентов в рамках изучения ими дисциплины «Управление данными».

Тестирование решено было проводить через неделю после изучения студентами очередной темы дисциплины, тем самым дав время на ее подробный разбор, изучение дополнительных источников литературы и анализ примеров, демонстрирующихся на занятии.

Разработка структуры теста

Первым этапом создания теста являлась разработка подробной его структуры. Было решено организовать для каждой темы свой тест, что накладывало некоторые дополнительные временные затраты на его подготовку, но в тоже время позволяло проводить еженедельные тестирования.

По каждой теме занятия в веб-системе тестирования была разработана подробная структура теста (рис. 1).

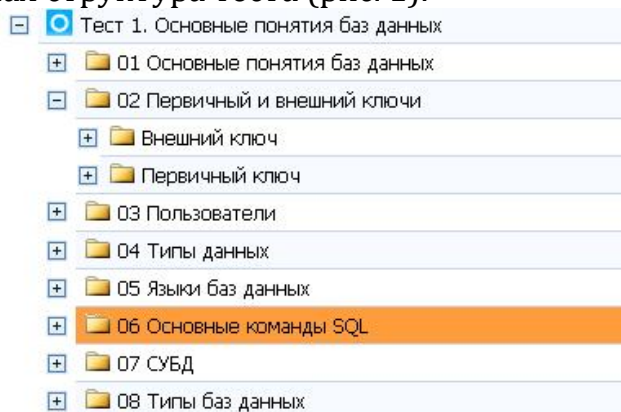


Рис. 1. Структура одного из тестов в веб-системе тестирования

Применение веб-системы тестирования позволило организовать иерархическую структуру теста, что дало возможность в дальнейшем анализировать уровень знаний студентов в разрезе определенной темы.

Создание тестовых заданий

Используя разработанную структуру, по каждой теме занятия были составлены тестовые задания следующих типов:

- с единственным выбором ответа;
- с множественным выбором ответов;
- на сортировку;
- на соответствие ответов и категорий;
- на текстовый ввод.

Для того чтобы студентам формировались разные комбинации тестовых заданий, необходимо было составить значительно больше заданий, чем выбиралось в тесте. При составлении заданий использовались в том числе так называемые фасеты – различные варианты записи одного и того же тестового задания. Использование большего количества заданий позволило значительно снизить списывание при проведении контроля.

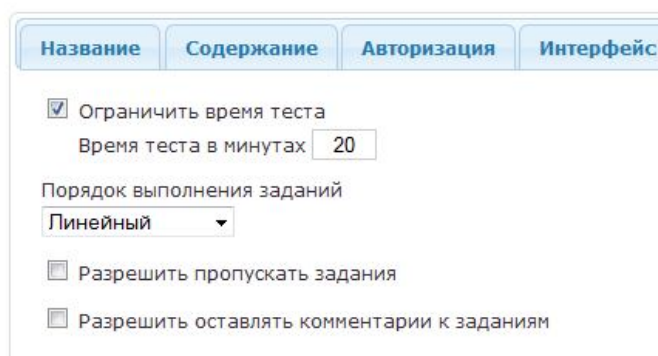
Все составленные задания были загружены в веб-систему тестирования в соответствии с разработанной структурой.

Настройка теста

Следующим этапом создания теста стала его настройка: назначение выборки количества тестовых заданий из тем и их перемешивание. Кроме того, здесь же был настроен порядок выполнения заданий и ограничено время выполнения теста.

Веб-система тестирования обладает возможностью определить порядок выполнения тестовых заданий как линейно, так и для произвольного выполнения, в нашем случае был определен вариант линейного выполнения теста (рис. 2), который позволил выполнять тестовые задания каждым студентом лично, исключая возможность списывания.

Редактирование теста



The screenshot shows a configuration window for editing a test. It has four tabs: 'Название', 'Содержание', 'Авторизация', and 'Интерфейс'. The 'Содержание' tab is active. The settings include: a checked checkbox 'Ограничить время теста' with a text input 'Время теста в минутах' set to '20'; a dropdown menu 'Порядок выполнения заданий' set to 'Линейный'; and two unchecked checkboxes: 'Разрешить пропускать задания' and 'Разрешить оставлять комментарии к заданиям'.

Рис. 2. Настройка теста

Для исключения случайного перехода к следующему заданию без ответа на текущий вопрос, в тесте была отключена возможность пропуска заданий.

Проверка теста

Для окончательной проверки тестовых заданий был сформирован

тест, состоящий из всех заданий, которые были подвергнуты тщательной проверке составителем теста. Найденные ошибки и несоответствия были устранены и закомментированы. Благодаря поддержке версионности в веб-системе тестирования, задания, в которых были найдены ошибки, получили новую версию (рис. 3).

Показатель		Значение	
Версия		1	
Автор		Свечников Сергей Владимирович	
Дата создания		19.09.2012	
Статус		Нормальное	
Тип задания		Единственный выбор	
Метод оценки		Дихотомическая оценка (0 / 1)	
Кол-во результатов		17	
Выполнено		17	
Пропущено		0	
Средний балл		0.47	
Средний балл (%)		47%	
Последний результат		27.09.2012	

Версия	Описание
Версия 1	Нормальное, Свечников Сергей Влад Не используется, Удалить
Версия 2	Нормальное, Свечников Сергей Влад Тест 2. Создание баз данных и с

Рис. 3. Версионность тестовых заданий

Модель оценивания

Для оценивания студентов была разработана модель оценивания в соответствии с принятой в МГТУ МИРЭА балльно-рейтинговой системой оценки: от 90% до 100% - отлично, от 75% до 89 % - хорошо, от 60 до 74% - удовлетворительно, менее 60% - неудовлетворительно.

Модель оценивания была реализована с использованием шкал оценивания в веб-системе тестирования (рис. 4), которые позволяют назначить как процентную, так и балльную шкалы оценивания с неограниченным количеством уровней.

Тип шкалы ¹

Процентная ▾

Задайте уровни шкалы в процентах

Балл	Уровень	Описание ²
0 - 34	1	1 балл (хуже некуда)
35 - 59	2	2 балла (неудовлетворительно)
60 - 74	3	3 балла (удовлетворительно)
75 - 89	4	4 балла (хорошо)
90 - 100	5	5 баллов (отлично)

Рис. 4. Шкала оценивания

Настройка анкеты

Для анализа и сопоставления результатов для студентов была составлена анкета, состоящая из минимального количества полей однозначно идентифицирующих студентов. Для участия в тестировании им необходимо было заполнить следующие поля: фамилия, имя, отчество и группа.

Веб-система тестирования обладает возможностью сбора анкетных данных с участников тестирования, которые могут быть использованы при создании списков участников и в статистических отчетах. Для этого используется профили персональных данных. Профиль с анкетными данными может быть настроен в соответствии с предпочтениями создателя теста и может включать любой набор полей, в том числе: текстовые, числовые, типа дата и поля со списком.

Проведение тестирования

Во время занятия для студентов запускался необходимый тест, заранее подготовленный в веб-системе тестирования. Студентам выдавалась ссылка на страницу с тестами, где они выбирали необходимый тест из доступных и проходили контрольное тестирование.

Для защиты от проникновения извне на тест устанавливались ограничения (рис. 5):

- пароль – буквенно-символьная комбинация, которую необходимо было заполнить вместе с анкетой;
- лимит – ограничение количества сеансов тестирования по количеству студентов, принимающих участие в тестировании.

<input checked="" type="checkbox"/>		Тест	Пароль	Лимит
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	IT тест	9876	12 участников
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	Введение в базы данных	5146	12 участников
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	Тест 1. Основные понятия баз данных	5214	12 участников
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	Тест 2. Создание баз данных и ограничения	5428	12 участников

Рис. 5. Задание ограничений на тесты

Таким образом, исключалась возможность прохождения тестирования случайными людьми, знающими ссылку на тесты.

Вывод

Веб-система тестирования позволила вести текущий контроль знаний студентов с использованием формы контроля в виде онлайн тестирования. Эта форма выглядит наиболее предпочтительной, т.к. позволяет проводить проверку знаний всего контингента студентов по каждой изучаемой теме дисциплины.

При проведении занятий с использованием формы контроля в виде тестирования было замечено существенное увеличение посещаемости занятий студентами, выявлен высокий интерес к изучаемой дисциплине и осуществлена текущая оценка знаний обучающихся.

Подробная информация о веб-системе тестирования доступна на сайте www.opentest.ru.

Литература

1. Статистический отчет «Сертификация в сфере образования за 2011 год». ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика» 2012 г. – 12 с.

2. Скуратов А.К., Свечников С.В., Ретинская И.В. Система мониторинга и сертификации компьютерной грамотности и ИКТ-компетентности. // Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки», М.: ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика», 2011 г., № 1(9), С. 158-169.

3. Свечников С.В. Проверка знаний компьютерной грамотности и ИКТ-компетентности сотрудников образовательных учреждений. // Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки», М.: ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика», 2012 г., № 3(15), С. 164-175.

4. Свечников С.В., Скуратов А.К. Система сертификации компьютерной грамотности и ИКТ-компетентности как инструмент оценки знаний работников системы образования. // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Десятой открытой Всероссийской конференции (16–18 мая 2012 года). — М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012, С. 229-232.

5. Макаров С.И., Свечников С.В., Скуратов А.К. Веб-система тестирования компьютерной грамотности и ИКТ-компетентности: взгляд изнутри. // Сборник трудов по проблемам дополнительного профессионального образования. Вып. 19. – М.: МАПДО, ИПКгосслужбы, 2011, С.86-94.

Сиговцев Г.С.,

Петрозаводский государственный университет
канд. ф.-м. н., доцент кафедры информатики и математического
обеспечения
sigovtsev@cs.karelia.ru

Чарута М.А.

Петрозаводский государственный университет
старший преподаватель кафедры информатики и математического
обеспечения
charuta@cs.karelia.ru

Сравнительное оценивание электронных учебных ресурсов

Аннотация

Предлагается подход к задаче оценивания электронных учебных ресурсов (ЭУР), основанный на использовании экспертной информации об оценках парных сравнений ЭУР внутри группы однотипных ресурсов. Описываются алгоритмы, основанные на методе анализа иерархий Т. Саати. Эти алгоритмы реализованы в информационной системе, предназначенной для накопления данных о ЭУР и их сравнительных экспертных оценках.

Основным направлением применения информационных технологий в образовании в настоящее время является разработка разнообразных электронных учебных ресурсов для различных уровней и форм обучения, а также программных систем, предназначенных для их создания и сопровождения учебного процесса, основанного на использовании таких ресурсов.

Термин электронные учебные ресурсы (ЭУР) является одним из основных, используемых в контексте применения информационных технологий в образовательной сфере. По своему содержанию он охватывает различные виды учебных материалов: пособия, практикумы, справочно-энциклопедические издания, тренировочные и тестирующие системы, учебные программные среды и т.д., представленные на машинных носителях в цифровой форме. По существу, термин «электронные учебные ресурсы» соответствует терминам, определенным в системе межгосударственных стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу «электронные информационные ресурсы» (ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления) и «учебное электронное издание» (ГОСТ 7.83—2001. Электронные издания.

Основные виды и выходные сведения).

Все более активное использование информационных технологий в образовании и их расширяющееся многообразие привело к необходимости стандартизации средств и процессов обучения, функционирующих на базе этих технологий. В частности, требуются согласованные стандартные описания учебных ресурсов. Такие описания называют метаданными или метаописаниями. Метаописания содержат такие сведения как, информация об авторстве и о предмете, к которому относится ресурс, уровень знаний, необходимый для его понимания, длительность усвоения материала, его сложность, возможности самоконтроля и другие характеристики, важные для использования ресурса в учебных целях.

Существуют различные варианты стандартов метаописаний учебных ресурсов [1,2]. Анализ этих стандартов показывает, что они предназначены, прежде всего, для описания форматов ресурсов и унификации их рубрикаторов, что служит целям поиска ресурсов и обмена их описаниями. Стандарты метаописаний ЭУР не предполагают включения в описание учебного ресурса сведений о его качестве. Кроме того, большая часть находящихся в свободном доступе в интернете ЭУР не снабжены какой-либо специальной метаинформацией, тем более стандартными метаописаниями.

Оценка соответствия учебного ресурса требованиям нормативных документов (например, образовательному стандарту или образовательной программе, санитарно-гигиеническим нормам и т.д.), а также общим и специфическим для данного типа ресурса дидактическим принципам выполняется в процессе сертификации ЭУР. В частности, в нашей стране такой деятельностью занимаются испытательные лаборатории «Системы добровольной сертификации средств и систем информатизации РОСИНФОСЕРТ». Сертификация, по существу, – это выяснение обладает ли объект сертификации определенным качеством.

Применяемый при сертификации подход к оценке качества ЭУР (например, [3]) по своему типу относится к тем, которые в педагогической квалиметрии называются критериально ориентированными. Целью является аттестация, установление соответствия заданному критерию.

По указанным выше причинам метаописания и сертификация не могут быть достаточной основой для решения задачи о выборе одного из нескольких однотипных ЭУР. [4].

Существует ряд работ, в которых предлагаются наборы критериев и различные методы оценки качества образовательных ресурсов в соответствии с этими критериями [5]. Основным является метод экспертно-аналитической оценки, использующий результаты педагогического эксперимента. Практическая применимость такого рода методов ограничена особенно для электронных ресурсов в силу их большого количества, разнообразия, нестабильности (возможное изменение содержания, оформления, изменение операционной среды и

аппаратно-программной платформы, условий доступа к ресурсу и т.д.).

На практике при необходимости выбора конкретного ЭУР из некоторого количества однотипных ресурсов преподаватели часто ориентируются на собственные или полученные от коллег сравнительные оценки качества этих ресурсов. Основной проблемой помимо естественной субъективности таких оценок является недостаточная определенность критериев и показателей оценивания, которыми пользуются разные преподаватели.

Для повышения эффективности учебного процесса с использованием ЭУР необходимо не только собирать информацию о соответствующих ресурсах, но и накапливать данные о сравнительных оценках качества этих ресурсов, при этом такие оценки должны выставляться экспертами – преподавателями в рамках общей системы показателей оценивания. Причем для разных типов ресурсов набор критериев (показателей), по которым проводится оценивание, будет различаться.

В [6] описана методика сравнительного оценивания ЭУР, основанная на варианте классификации ЭУР по типам, предложенном в [4].

В этом варианте представлены только наиболее широко распространенные и используемые на практике в настоящее время типы ЭУР:

- электронное учебное пособие (ресурс, как правило, содержащий теоретический материал, справочную информацию, примеры, упражнения и т. д., представленные с использованием специфических компьютерно-ориентированных средств: гипертекст, мультимедиа);
- текстовый материал (электронная копия печатного издания, конспект лекций, методические указания и др.);
- компьютерный практикум (компьютерная имитация лабораторных работ по различным дисциплинам на основе математических моделей, задачник/решебник для развития навыков решения задач, тренажер для отработки навыков практических действий в каком-то виде деятельности, деловая игра, демонстрационная визуализация объектов или процессов);
- контролирующее средство (набор/генератор тестов, заданий, вопросов для контроля или самопроверки знаний, умений, навыков).

Для каждого из этих типов в [4] приведен набор характеристик/показателей оценивания, часть из которых является общими для всех типов ЭУР, а некоторые применимы только к отдельным из них. В таблице 1 представлено соответствие между типами ресурсов и показателями их оценивания.

Табл. 1 Соответствие между типами ресурсов и показателями их оценивания.

Показатели	Типы ЭУР			
	Электронное	Текстовый	Комп.	Контр.

	<i>пособие</i>	<i>материал</i>	<i>практикум</i>	<i>средство</i>
Научность	+	+	+	+
Доступность	+	+	+	+
Методическая проработанность	+	+	+	+
Информационная поддержка	+		+	+
Экранное качество	+	+	+	+
Мультимедийность	+		+	+
Адаптивность	+		+	+
Защищенность	+		+	+
Комплексность	+			
Адекватность			+	
Валидность				+

Описанная в [6] методика использована при разработке информационной системы, предназначенной для описания и оценивания электронных учебных ресурсов [7]. Целью системы является накопление данных о ЭУР и их сравнительных экспертных оценках для обеспечения пользователей информацией, способствующей рациональному выбору наиболее адекватных ресурсов в соответствии с конкретной целью их использования. Система обеспечивает доступ посредством web-интерфейса четырех типов пользователей (анонимный пользователь, зарегистрированный пользователь, эксперт, администратор), предлагая для них соответствующую функциональность.

Для получения оценок ЭУР по отдельным показателям в системе используются алгоритмы, основанные на методе оценивания группы объектов путем их попарного сравнения в варианте, разработанном Т. Саати и названном им методом анализа иерархий (МАИ) [8]. МАИ предусматривает получение интегральной оценки объекта в виде суммы взвешенных его оценок по отдельным показателям. Веса показателей при этом также определяются по результатам их парных сравнений.

Предполагается, что в процессе функционирования рассматриваемой информационной системы возможно возникновение ситуаций трех видов [9].

1. Оценивание группы однотипных ЭУР.
2. Добавление новых ЭУР к существующей группе ранее оцененных ресурсов и их оценивание.
3. Добавление новых экспертных оценок для группы ЭУР.

В ситуации первого вида предлагается использовать базовый алгоритм МАИ.

Алгоритм 1. Оценка группы ЭУР методом парных сравнений по заданному показателю.

- Заполнить матрицу парных сравнений.
- Вычислить суммы элементов строк матрицы.

- Нормировать вычисленный вектор по сумме его элементов.
- Сохранить полученный результат как оценки ЭУР в данной группе.

Практически данный алгоритм может использоваться для получения сравнительных оценок небольшого множества ЭУР. С увеличением количества ресурсов трудоемкость процедуры получения экспертных данных существенно возрастает. Поэтому возникает потребность в некотором более приемлемом с практической точки зрения алгоритме вычисления сравнительных оценок в увеличивающейся по количеству совокупности ресурсов. Это соответствует ситуации второго вида в функционирования системы. При этом сравнительное оценивание должно выполняться в основном только внутри группы новых (еще не оцененных) ЭУР, но полученные оценки должны быть соотнесены с уже имеющимися в этой совокупности оценками. Этим требованиям соответствует следующий алгоритм.

Алгоритм 2. *Получение оценок в увеличивающейся по количеству совокупности ЭУР.*

Пусть M множество, состоящее из ресурсов уже имеющих и еще не имеющих оценок по некоторому показателю.

1. *Сформировать множество $N \subset M$, состоящее из ресурсов, не имеющих оценок, и одного из ресурсов, ранее оцененных (обозначим этот ресурс Q).*
2. *Разделить существующие оценки ресурсов из N на оценку ресурса Q .*
3. *Применить Алгоритм 1 к множеству ресурсов N .*
4. *Разделить оценки ресурсов из множества N на новую оценку ресурса Q .*
5. *Нормировать все имеющиеся оценки по их сумме.*
6. *Сохранить полученные результаты как оценки ЭУР в данной группе.*

Алгоритм 2 менее трудоемок для эксперта, так как позволяет получить оценки, не прибегая к парным сравнениям по всему множеству ресурсов выбранного типа.

Ситуация третьего вида возникает в случае, когда какой-то эксперт решает выполнить оценивание некоторой группы ЭУР, уже имеющих оценки. В этом случае предлагается использовать алгоритм, заменяющий существующие оценки взвешенными суммами старых и новых оценок, в которых учитывается количество принимавших участие в оценивании экспертов.

Алгоритм 3. *Добавление новых оценок для ресурсов, уже имеющих оценки*

1. *Выбрать группу ресурсов $N \subset M$, которые будут оцениваться экспертом.*
2. *Выбрать в группе N некоторый ресурс Q .*
3. *Разделить существующие оценки всех ресурсов из M на оценку ресурса Q .*
4. *Применить алгоритм 1 к группе ресурсов N .*

5. Разделить полученные в п.4 оценки на новую оценку ресурса Q .

6. Для ресурсов из N пересчитать оценки по формуле

$$w_{j\text{new}} = \frac{p_j}{p_j + 1} \cdot w_{j\text{old}} + \frac{1}{p_j + 1} \cdot w_j, \text{ где } w_{j\text{old}} - \text{старая оценка ресурса } j, w_j -$$

новая оценка, полученная в группе N , p_j - количество экспертов, оценивавших ресурс j

7. Увеличить количество экспертов p_j на единицу.

8. Нормировать все оценки в группе M по их сумме.

9. Сохранить полученные результаты как оценки ЭУР в данной группе.

Получаемые в результате работы алгоритмов интегральные относительные оценки группы однотипных ЭУР обеспечивают их ранжирование внутри этой группы.

В случае, когда эксперты при выполнении парных сравнений формируют согласованные матрицы оценок результаты, полученные при применении алгоритма 2 и алгоритма 3, совпадают с результатами, которые могли бы быть получены при применении алгоритма 1 для всей совокупности однотипных ЭУР.

С нашей точки зрения, разработанная система может быть в первую очередь инструментом, позволяющим аккумулировать фактографическую и оценочную информацию относительно ЭУР, которой обладают использующие эти ресурсы преподаватели, и делающим такую информацию общедоступной для всех заинтересованных пользователей.

Литература

1. Иванников А.Д., Булгаков М.В., Гридина Е.Г., Якивчук Е.Е. и др. Стандарт ГНИИ ИТТ "Информика". Метаданные информационных образовательных ресурсов для интернет-каталогов. М. ГНИИ "Информика", 2004. 89 с.

2. Открытое образование: стандартизация описания информационных ресурсов / Е.И.Горбунова, С.Л.Лобачев, А.А.Малых, А.В.Манцивода, А.А.Поляков, В.И.Солдаткин; Отв. ред. С.Л.Лобачев и А.В.Манцивода. М. РИЦ «Альфа» МГОПУ им. М.А.Шолохова, 2003. 215 с.

3. Вострокнутов И. Е. Теория и технология оценки качества программных средств учебного назначения. М.: Госкоорцентр информационных технологий, 2001.

4. Сиговцев Г.С., Чарута М.А. О классификации и оценке цифровых образовательных ресурсов. Дистанционное и виртуальное обучение, 2009, № 11. С. 24-33.

5. Бабешко В.Н., Нежурина М.И. Система оценки качества программных комплексов для дистанционного обучения М.: ЦДО МИЭМ; Европейский центр по качеству, 2004. 178 с.

6. Сиговцев Г.С., Чарута М.А. Методика оценивания учебных ресурсов. Материалы научно-методической конференции «Университеты в образовательном пространстве региона: опыт, традиции и инновации». Петрозаводск, 2010. Ч.II. С. 178-183.

7. Добрецова К. В., Сиговцев Г.С., Чарута М.А. Информационная система для описания и оценивания учебных ресурсов. Материалы V конференции «Информационная среда вуза XXI века». Петрозаводск, 2011. С. 76-78.

8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 316 с.

9. Чарута М.А. О сравнительном экспертном оценивании учебных ресурсов. Тр. XIX Всероссийской научно-методической конференции «Телематика 2012». Т. 1. С. 104-105.

Симонова Е.В.

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»,

к.т.н., доцент

Simonova.Elena.V@gmail.com

Обучение распределенному решению сложных задач на основе мультиагентного подхода

Аннотация

В статье предлагается эволюционный подход к решению задачи о восьми ферзях, базирующийся на использовании разработанной мультиагентной платформы для решения сложных задач. Разработанная система предлагается в рамках учебного курса студентам, изучающим информационные технологии, а также начинающим разработчикам мультиагентных систем в качестве методического базиса для создания систем распределенного интеллекта.

1 Мультиагентные технологии как новый этап в развитии информационных технологий.

Новый этап в развитии информационных технологий связывается с мультиагентными технологиями, которые по своему потенциалу призваны в скором времени выйти на уровень нано- и биотехнологий. Мультиагентные технологии получили интенсивное развитие в последние десятилетия на стыке методов искусственного интеллекта, объектно-ориентированного программирования, параллельных вычислений и телекоммуникаций. Мультиагентные технологии реализуют новый подход к решению задач оперативной обработки информации в процессах принятия решений в широком спектре предметных областей. Мультиагентная система (МАС) состоит из автономных программных агентов, способных воспринимать ситуацию, принимать решения и взаимодействовать с себе подобными [1-4].

Решение любой сложной задачи в такой системе может формироваться эволюционным путем, по мере возникновения внешних и внутренних событий, за счет взаимодействия десятков и сотен тысяч агентов, непрерывно конкурирующих и кооперирующихся друг с другом. В таком подходе очень трудно или даже невозможно просчитать заранее все последствия принятия агентом того или иного решения на текущем шаге, например, в силу комбинаторно растущей сложности вычислений. Поэтому обычно принимается решение (делается «проба»), которое позволяет улучшить ситуацию, а далее это решение пересматривается при первой же возможности, поскольку этот процесс меняет условия для других агентов, что приводит к новым ситуациям. Фактически, при таком подходе решение

задачи находится методом «проб и ошибок», что оказывается очень близко подходу людей к решению сложных задач. Такой подход позволяет решать на практике задачи самой высокой сложности, не поддающиеся решению другими способами, например, в области планирования и оптимизации ресурсов в реальном времени [5].

В настоящей статье предлагается использовать задачу о восьми ферзях [6] в качестве методического базиса для практического обучения программистов в учебных приложениях, демонстрирующих возможности применения эволюционных вычислений для решения сложных задач. Вот уже в течение нескольких лет в процессе преподавания учебного курса по мультиагентным системам мы даем эту задачу программистам, которые осваивают мультиагентный подход к решению сложных задач, например, динамического планирования, логистики и даже понимания текстов. При этом для решения задачи о восьми ферзях вместо классического переборного решения предлагается создать агентов ферзей, которые выбирают направление для ухода из-под боя либо случайно, либо в результате переговоров.

В настоящей статье мы опишем данную задачу и предлагаемый нами мультиагентный подход к ее решению, а также представим инструментальную среду программирования для решения таких сложных задач. Далее мы проведем серию экспериментов, показывающих, как привнесение интеллекта и переговоров в логику принятия решения агентами улучшает скорость сходимости решения и дает важные конкурентные преимущества системам рассматриваемого класса.

Важно заметить, что рассматриваемый класс задач и решений может быть расширен на важные задачи многокритериального планирования и оптимизации ресурсов, распознавания образов, понимания текстов, извлечения знаний и многие другие сложные задачи, для которых до сих пор нет никакого общего решения.

2 Задача о восьми ферзях и методы ее решения.

Задача о расстановке 8 ферзей заключается в том, чтобы расставить на шахматной доске размером 8 на 8 клеток фигуры восьми ферзей так, чтобы они не били друг друга. В литературе известны различные классические алгоритмы [6-8], реализующие традиционный комбинаторный перебор для поиска решений этой задачи, – однако, они имеют ряд ограничений, применимы только для восьми фигур ферзей, долго работают для поиска решений, весьма сложны и трудно модифицируемы и т.д.

Мы хотим видоизменить и еще более усложнить постановку задачи и за счет применения мультиагентного подхода при решении данной задачи дополнительно обеспечить для обучаемых следующие важные новые возможности [9]:

- изменять саму постановку задачи и вводить новые классы фигур и схем их взаимодействия, чтобы показать возможности усложнения

постановки задачи без кардинальной перестройки метода решения задачи и перепрограммирования системы;

- прямо в ходе решения задачи, в реальном времени, динамически вводить в игру экземпляры новых фигур или, наоборот, выводить фигуры из игры для показа возможности пользователя вмешиваться в процесс работы системы и изменять ситуацию на доске и условия задачи в реальном времени;

- изменять предпочтения или ограничения любого агента, например, ограничивать возможность перехода выбранных фигур прямо в процессе их расстановки в целях демонстрации возможностей индивидуального подхода к каждому агенту;

- показать, как расширяется спектр взаимодействий системы с пользователем, когда, в отличие от обычной программы, система предлагает решение, которое он может улучшить вручную, на каждый шаг оператора система может отвечать своими ходами, как в игре, достраивая решение;

- ввести ограничение по времени поиска решения, чтобы система запоминала промежуточные успешные решения и, если время вышло, выдавала пользователю, хотя бы, лучшее частичное решение, в данном случае, с минимумом конфликтов;

- показать возможности для программистов наращивать интеллект агентов и изменять логику принятия решений без полной перестройки системы.

Развиваемый нами мультиагентный подход позволяет создавать системы распределенного интеллекта, в которых решение достигается через взаимодействие множества автономных агентов. Для задачи о восьми ферзях при таком подходе к решению также нет одного «командного» центра, который анализирует ситуацию на доске и решает для каждого ферзя, куда ходить. Напротив, от имени и по поручению каждого ферзя действует его автономный программный агент, при этом агенты, являясь машинами состояний (и фактически сопрограммами), по очереди получают от диспетчера управление на каждом шаге работы системы. Агент каждого ферзя сам решает, куда ему пойти. Лучшие решения, получаемые в ходе работы системы, запоминаются, т.е. если истекло время, отпущенное на решение, у оператора остаются варианты, хотя бы, частичного решения задачи.

Такой метод достаточно быстро находит начальное «грубое» решение на основе тех предпочтений, которым следуют агенты, хотя это решение может быть частичным и неполным с точки зрения удовлетворения всех критериев, например, иметь много нерешенных конфликтов. Затем агенты начинают улучшать решение путем выявления и разрешения конфликтов между участниками процесса поиска решения. При размещении шахматных фигур конфликт возникает, когда одна фигура атакует другую. Поэтому задача состоит в том, чтобы, основываясь на некотором начальном

размещении фигур, разрешить все конфликты и определить такое размещение фигур, которое исключит конфликты.

При этом фигуры могут выбирать очередной шаг решения на основе одной из двух стратегий – случайного выбора хода или переговоров между фигурами в случае конфликтов:

Агенты принимают решения случайно: когда фигура обнаруживает конфликт, возникающий в ситуации, если она находится под боем другой фигуры, либо сама бьет другую фигуру (например, ферзь может не бить коня, но находится под его угрозой), определяются свободные клетки для перехода и фигура случайным образом выбирает одну из этих клеток.

Агенты принимают решения на основе переговоров: каждая фигура определяет, с кем у нее конфликт, после чего принимается решение, кто должен уступить и какой ход следует сделать первой, второй фигуре или даже обоим сразу. При этом также показывается, что если у агентов появляется такого рода интеллект, то это позволяет быстрее получать решения или управлять качеством решения.

В результате, решение строится как набор компромиссов, достигаемых фигурами, с учетом их ограничений и предпочтений, подобно тому, как это происходит при решении любых сложных междисциплинарных задач.

3. Мультиагентная система решения задачи о восьми ферзях.

Рассмотрим особенности реализации мультиагентного подхода к решению задачи о восьми ферзях [9].

3.1 Модель предметной области задачи о расстановке восьми ферзей

Опишем концептуальную модель предметной области задачи, которую в дальнейшем будем задавать онтологией, состоящей из набора классов понятий и отношений между ними [10]. Базовой сущностью нашей онтологии «Queens» является концепт «Chesspiece» (шахматная фигура, у которой имеется 6 наследников: *Queen* (Ферзь), *King* (Король), *Rook* (Ладья), *Knight* (Конь), *Bishop* (Слон), *Pawn* (Пешка). Концепт *Chesspiece* содержит следующие атрибуты: *Name* (Имя), *Fixed* (Возможность перемещения), *Horizontal* (Позиция по горизонтали), *Vertical* (Позиция по вертикали), *Attacks* (логика поведения фигуры), *ConflictsCount* (Количество конфликтов).

Диаграмма понятий и отношений онтологии приведена на Рис. 1.

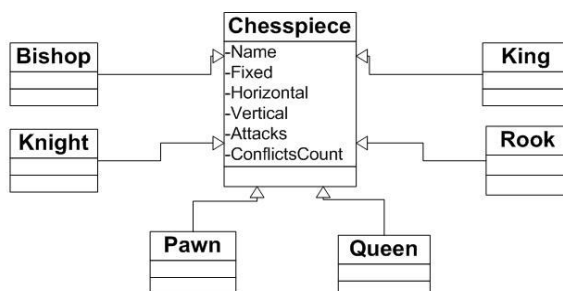


Рис. 1. Понятия и отношения онтологии «Queens»

«Chesspiece» представляет собой абстрактную сущность, поэтому логика поведения определена лишь в ее наследниках. У каждого из потомков *Chesspiece* имеется константа «Attacks», рекуррентно описывающая область атаки фигуры, как определено ниже. Таким образом, поведение каждого агента отделено от кода системы и задается на уровне онтологии. Располагая с помощью системы агентов шахматных фигур в определенных позициях доски, пользователь создает сцену, которую можно запустить на выполнение и в динамике наблюдать, каким образом выполняется расстановка фигур в соответствии с правилами задания ходов, определенными в онтологии.

Логику поведения агентов на уровне онтологии позволяет задать свойство «Attacks», которое используется в методах работы агентов, определяющих стратегию принятия решения об очередном ходе, а также алгоритм выбора клетки для перемещения.

Например, для коня свойство Attacks определено как «12 21», а для ладьи – «01 02 03 04 05 06 07 10 20 30 40 50 60 70». Известно, что конь атакует фигуры, отстоящие от него по горизонтали на одну клетку и на две по вертикали или на две по горизонтали и одну по вертикали. Ладья, в свою очередь, атакует фигуры с совпадающей горизонтальной составляющей и отстоящие по вертикали на 1, 2, 3, 4, 5, 6 либо 7 клеток или с совпадающей вертикальной составляющей и отстоящие по горизонтали на 1, 2, 3, 4, 5, 6 либо 7 клеток шахматного поля.

Таким образом, поведение шахматных фигур можно описать множеством пар расстояний по горизонтали и вертикали от их текущего местоположения. Для коня этим множеством будет $\{(1, 2), (2, 1)\}$, для ладьи – $\{(0, 1), (0, 2), (0, 3), (0, 4), (0, 5), (0, 6), (0, 7), (1, 0), (2, 0), (3, 0), (4, 0), (5, 0), (6, 0), (7, 0)\}$. Аналогично можно определить логику поведения для моделей других шахматных фигур.

Акт атаки отображается на игровом поле красными линиями в направлении от атакующей фигуры к атакованной. Атака Ферзя, Коня и Ладьи продемонстрирована на Рис. 2.

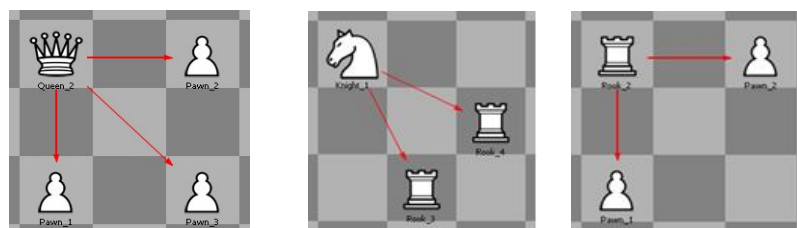


Рис. 2. Поведение агентов

Оказываясь источником либо целью атаки, шахматная фигура должна переместиться в другую клетку. Поиск клетки для перемещения выполняется следующим образом:

1) вначале предпринимается попытка найти такую клетку, при переходе в которую фигура не будет конфликтовать ни с одной другой

фигурой;

2) если найти такую позицию невозможно, фигура перемещается на позицию, в которой наблюдался минимум конфликтов, или сохраняет свою позицию.

3.2. Логика работы агентов фигур

Для реализации логики агентов разных фигур используется всего лишь один тип агентов: *ChessmateAgent*, с контекстом *ChessmateAgent Context*. *ChessmateAgent* при этом может быть обычным агентом фигуры или наблюдателем за сценой, это определяется свойством *IsMainObserver* контекста. Наблюдатель – это агент, который, в отличие от обычных агентов фигур, не принимает участия в процессе поиска решения, а собирает от обычных агентов информацию о конфликтах и на основе этой информации принимает решение об остановке сцены и выдаче результатов пользователю.

И наблюдатель, и обычные агенты, независимо от стратегии разрешения конфликтов, хранят в памяти положение всех других фигур. Хранение сцены непосредственно в памяти агента эффективнее с точки зрения быстродействия, чем использование специального агента сцены, с которым каждой фигуре пришлось бы обмениваться отдельными сообщениями при каждой попытке перемещения. При каждом случайном ходе потребовалось бы одно обращение к агенту сцены. В среднем необходимо 7-8 сообщений, а в наихудшем случае, при отсутствии «безопасных» клеток, требуется 64 сообщения за вычетом количества фигур. Без использования специального агента сцены каждый новый агент при появлении в сцене посылает широковещательное сообщение, на которое получает ответ, т.е., всего $(2 * (\text{Количество фигур} - 1))$ сообщений. В случае перемещения отсылается широковещательное сообщение о новой позиции, на которое ответ не требуется, при этом количество сообщений равно $(\text{Количество фигур} - 1)$. Таким образом, в случае 8 ферзей после каждого перемещения отсылается всего 7 сообщений о состоянии.

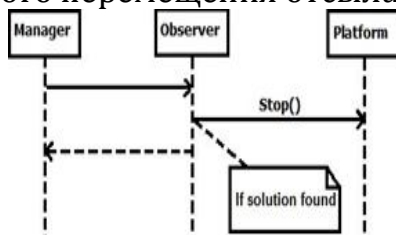


Рис. 3. Протокол переговоров агента-наблюдателя

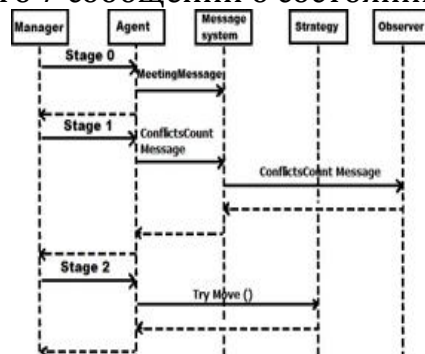


Рис. 4. Протокол переговоров обычного агента фигуры

Протокол переговоров агента-наблюдателя с диспетчером и платформой представлен на Рис. 3. Протокол переговоров обычного агента с диспетчером, системой посылки сообщений, стратегиями фигур и

агентом-наблюдателем приведен на Рис. 4.

В системе реализованы две стратегии разрешения конфликтов. В соответствии со стратегией случайного выбора агент принимает решение о переходе в свободную клетку случайным образом.

Рассмотрим подробнее переговоры, которые осуществляются при использовании стратегии простых переговоров как способе ухода фигуры из-под боя:

1. Агент запускает свою стратегию для принятия решения.
2. Агент составляет список фигур, с которыми имеется конфликт.
3. Случайно выбирается одна из фигур и ей отправляется сообщение о количестве конфликтов (*ConflictsCountMessage*).
4. Выбранная фигура, получив сообщение, сравнивает полученное количество конфликтов со своим количеством конфликтов. Если собственное количество конфликтов фигуры больше или равно, чем полученное, фигура совершает ход. В противном случае, ход совершает фигура, с которой ведутся переговоры, при этом фигура, инициировавшая переговоры, ход не совершает.
5. Агент фигуры возвращает управление.

Сравнивая две стратегии, как будет подробно показано ниже, пользователь приходит к выводу, что стратегия переговоров по сравнению со случайным выбором позволяет достичь результата за меньшее количество ходов.

3.3 Реализация мультиагентной системы.

В архитектуре мультиагентной системы решения задачи о восьми ферзях можно выделить следующие компоненты (Рис. 5):

- мультиагентная исполняющая система – диспетчер агентов и компоненты, обеспечивающие работу и взаимодействие агентов, включая подсистему сообщений и подсистему поддержки логики работы шахматных фигур;
- хранилище онтологии и хранилище онтологических сцен, объединяющие в себе все знания о классах шахматных фигур и текущем состоянии решаемой задачи;
- база данных для временного запоминания промежуточных и лучших окончательных вариантов расстановок фигур;
- средства отображения и навигирования по онтологии и сценам, позволяющие пользователям просматривать информацию о решаемой задаче (поддерживается отображение онтологии в виде словаря понятий, либо семантической сети);
- средства редактирования онтологий и сцен;
- интерфейс пользователя.

Интерфейс пользователя реализует функции по визуальному конструированию и редактированию онтологий и сцен, запуску сцен в работу и проведению экспериментов для сравнения стратегий разрешения

конфликтов (Рис. 6).

Возможно также редактирование онтологии. При выделении фигуры на палитре фигур в панели свойств отображаются ее свойства, как и для фигуры, выделенной на доске. Изменение этих свойств будет сохранено в онтологии так, что все фигуры данного типа, впоследствии добавленные на доску, будут иметь установленные свойства.

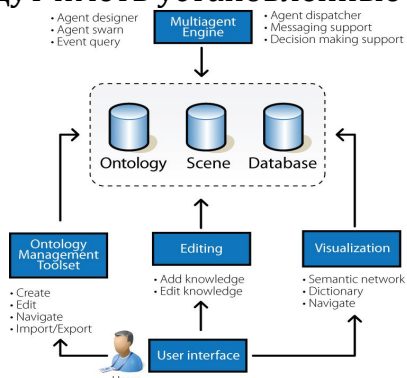


Рис. 5. Архитектура мультиагентной системы



Рис. 6. Интерфейс пользователя

4 Эксперименты со стратегиями

В процессе поиска решения в системе рассматриваются промежуточные расстановки, при которых часть агентов шахматных фигур находятся в состоянии конфликта, а часть – нет. На рис. 7 последовательно показана начальная, промежуточная и конечная расстановка ферзей.

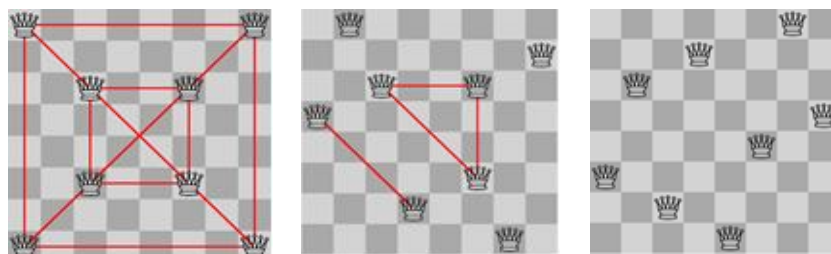


Рис. 7. Расстановка ферзей

Зафиксируем несколько ферзей и, перемещая фигуры, создадим новые конфликтные ситуации. Затем вновь запустим сцену на выполнение. Выделенные ферзи зафиксированы, но свободные ферзи находят новые положения, и решение строится заново.

Вместе с тем, в ряде случаев рассматриваемая задача расстановки шахматных фигур не имеет решения и алгоритм расстановки работает слишком долго, например, если требуется выполнить расстановку 9 ферзей на доске 8 на 8 клеток в данном положении. Для того чтобы и в данном случае получить приемлемое решение за конечный интервал времени, пользователю предоставляется возможность установить ограничение на время поиска решения с помощью задания лимита в панели инструментов. После запуска сцены на выполнение, по истечении временного периода,

заданного ограничением, на экране отобразится решение, а если за отведенное время точное решение найдено не было – сцена с наименьшим числом конфликтов из всех рассмотренных, т.е., приближенное решение.

При повторном запуске приближенное решение может улучшиться, так как некоторые из вновь рассмотренных сцен могут иметь меньшее число конфликтов, чем приближенное решение, найденное в предыдущей итерации. Получив промежуточное решение, пользователь может затем попытаться улучшить его вручную. Такой метод позволяет избежать закливаний алгоритма поиска расстановок шахматных фигур или чрезмерно длительного времени его работы.

В разработанной системе также возможна расстановка других типов фигур, причем с произвольным увеличением числа таких фигур на доске (больше 8 фигур), что также не решается никакими известными классическими комбинаторными алгоритмами. Таким образом, разработанная система может выступать в качестве нового исследовательского инструмента для решения задач подобного класса.

Как было отмечено ранее, пользователь может динамически изменять применяемую для решения стратегию. Сравним две реализованных стратегии: стратегию случайного выбора и стратегию простых переговоров.

Эксперименты проводились на аппаратной конфигурации следующего вида:

- CPU: Intel Core 2 Duo T5450 @ 1.66 GHz,
- RAM: 2 Gb DDR2-667,
- OS: Windows 7 RC1.

В табл. 1 приведены результаты измерения времени для двух стратегий разрешения конфликтов и 7 различных расстановок 8 ферзей. Эксперименты проводились для начальных сцен, выбранных случайным образом. Для каждой сцены измерялось число конфликтов в ходе решения и общее время работы системы до достижения финального состояния. Стратегия переговоров во всех проведенных экспериментах давала результат примерно в 4 раза быстрее, чем стратегия случайного выбора. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что за счет введения интеллекта и самых простых переговоров в стратегию поиска решения, мы улучшили скорость получения расстановки фигур в среднем в 4 раза. Кроме того, стратегия случайного выбора показала высокую неустойчивость процесса поиска решения, выражавшуюся в неожиданных замедлениях на некоторых конфликтах, т.к. эта стратегия зависит от многих случайных факторов.

Табл. 1. Результаты экспериментов по сравнению стратегий принятия решений агентами фигур

<i>№ сцены (испытания)</i>	<i>Стратегия случайного выбора (мс)</i>	<i>Стратегия переговоров (мс)</i>
1	2449	562
2	8127	390
3	1762	343
4	11419	327
5	3120	405
6	2792	795
7	2184	780

5. Обсуждение результатов и выводы

Мультиагентная система для решения задачи о расстановке восьми ферзей предназначена для демонстрации важных преимуществ эволюционного подхода, реализуемого на основе мультиагентных технологий. Классическая постановка задачи о восьми ферзях при этом была расширена рядом следующих важных возможностей: усложнение постановки задачи путем добавления новых классов фигур и методов их взаимодействия без перестройки системы; динамическая модификация сцены на шахматной доске за счет добавления и удаления новых фигур в реальном времени; индивидуальная установка свойств каждого агента;

учет ограниченности времени решения; пользователю предлагается результат даже в том случае, если точное решение не найдено; программисты могут продолжать наращивать интеллект агентов и изменять логику принятия решений без полной перестройки системы.

Разработанная система может применяться для обучения студентов любых компьютерных специальностей, для повышения квалификации разработчиков МАС, а также использоваться как интересный поясняющий или презентационный материал для потенциальных клиентов, сложные и трудоемкие задачи которых требуют поиска новых инновационных подходов и решений в реальном времени.

На первом этапе обучения разработанная система предлагается в готовом виде для экспериментов с двумя реализованными стратегиями. На втором этапе более продвинутым разработчикам даются библиотеки системы, позволяющие создавать новые стратегии и проводить другие эксперименты. Работа с компонентами позволяет обучаемым создавать и свои варианты приложений.

Показана важная роль переговоров при создании систем распределенного интеллекта, которые в ряде случаев позволяют получить решение лучше и быстрее по сравнению с известными классическими методами. Предлагаемый эволюционный подход к решению данной задачи представляется применимым также для решения таких сложных, актуальных и значимых задач, как задачи динамического планирования и оптимизации ресурсов, конфигурирования сложных объектов,

распознавания образов, кластеризации данных и понимания текстов и многих других [11].

Литература

1. Тарасов В.Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте // Новости искусственного интеллекта. 1998, № 2. С. 5–63.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем // учебник для вузов. СПб: Питер, 2001. 384 с.
3. Андреев В.В., Минаков И.А., Пшеничников В.В., Симонова Е.В., Скобелев П.О. Основы построения мультиагентных систем: учебное пособие. Самара: Изд-во ПГАТИ, 2007. 151 с.
4. Абрамов Д.В., Андреев В.В., Симонова Е.В., Скобелев П.О. Открытые мультиагентные системы для принятия решений в задачах динамического распределения ресурсов: учебное пособие. Самара: Изд-во ПГАТИ, 2008. 290 с.
5. Иващенко А.В., Лада А.Н., Симонова Е.В., Скобелев П.О. Мультиагентная технология управления мобильными ресурсами в режиме реального времени: учебное пособие. Самара: Изд-во ПГУТИ, 2011. – 180 с.
6. Расстановки ферзей //URL: <http://algotlist.manual.ru/maths/combinat/queens.php>
7. Eight queens puzzle // URL: http://en.wikipedia.org/wiki/8_queens_problem.
8. The N Queens Problem: a study in optimization // URL: http://jsomers.com/nqueen_demo/nqueens.html.
9. Симонова Е. В., Скобелев П. О. Мультиагентная система решения задачи о расстановке восьми ферзей: методические указания. Самара: Изд-во ПГУТИ, 2010. 34 с.
10. Боргест Н.М., Симонова Е.В. Основы построения мультиагентных систем, использующих онтологию: учебное пособие. Самара: Изд-во СГАУ, 2009. 76 с.
11. Скобелев П. О. Мультиагентные технологии в промышленных применениях: к 20-летию основания Самарской научной школы мультиагентных систем // Мехатроника, автоматизация, управление. 2011, № 12. С. 33–46.

Тихонов А.В.,

главный научный сотрудник, профессор ГАУГН, ИС РАН
alvast@isras.ru

Мерзляков А.А.,

старший научный сотрудник, ГАУГН, ИС РАН
merzliakov@mail.ru

Богданов В.С.

научный сотрудник, ГАУГН, ИС РАН
bvsd@trtk.ru

Дистанционные практики интеграции образовательного и научно-исследовательского процессов

Аннотация

В докладе представлен опыт применения инновационных практик соединения традиционных дидактических форм системы высшего профессионального образования ГАУГН с практиками научно-исследовательской деятельности Центра социологии управления и социальных технологий РАН. Интеграция направлена на повышение компетенции, приобретение умений и навыков студентов социологического факультета ГАУГН в избранной области и их мотивации.. В качестве примера показан фрагмент реального включения последних в процесс сбора, анализа и агрегации данных в ходе академического исследования в режиме он-лайн с применением интерактивных сервисов и специализированных программных продуктов.

1. Контуры интеграции дистанционных образовательных и научно-исследовательских практик.

В начале хотелось бы согласиться с мнением исследователей процессов информатизации общества (Ракитов А.И., Веремей Е.И., Вихрев В.В. и др. [1]), в части особой роли информатизации образования в перестройке всего механизма систематизации, передачи и использования знаний. В складывающихся условиях постепенного перехода к информационному обществу и набирающего темпы технико-технологического прогресса, действительно прослеживается повышение внимания к разработке и применению интерактивных методов в организации учебно-образовательного процесса, что, как предполагается, должно способствовать формированию более высоких компетенций и других качеств специалистов. Однако использование информационных технологий в образовании это не только лазерная указка в руках

преподавателя и интерактивная доска в аудитории. Это уже общество, основанное на знаниях здесь и сейчас, в действии. Никто не даёт гарантии, что такое общество будет более комфортным для подрастающих поколений, чем построенное на мнениях и вере. Быстро развивающиеся когнитивные науки уже разрабатывают проекты переделки человеческой телесности и психики, раскручивают идеи пост-человека и трансгуманизма. Интенсивное внедрение информационных технологий нередко рассматривают как новый, более высокий и эффективный уровень управления познавательным процессом со стороны всех категорий обучающихся. Так ли это? Это возможно было бы и так, если бы в основе как психической, так и социальной жизни человека лежали только когнитивные процессы, а образовательные учреждения были единственными и самыми авторитетными трансляторами истинного знания о природе, обществе и человеке. На самом деле образовательный процесс погружён в систему сложных социальных отношений, среди которых отношения обучающихся и обучающихся не являются доминирующими. Внедрение информационных технологий не даёт преимуществ ни той, ни другой стороне, а только усложняет их взаимодействие. Доступность разнообразных источников информации требует от тех и других дополнительных волевых усилий и мотивации для непрерывного самообразования, сердцевиной которого становится собственная оценка достоверности знаний и их практического значения для ориентации в быстро меняющемся мире. В этом отношении практика интеграции образовательного и научно-исследовательского процессов может представить особый интерес.

Исследуя и интерпретируя социальные изменения и сегодняшние вызовы общества научно-исследовательский коллектив Центра социологии управления и социальных технологий Института социологии РАН на базе экспериментальной, научно-поисковой деятельности Лаборатории информационных, социальных технологий «ЛИСТ» разработал, апробировал и внедрил в социологическую практику проведения исследований социотехническую технологию дистанционного сбора, обработки и анализа данных. Данная технология сегодня успешно адаптирована в практике социологического образования ГУАГН, и позволяет студентам не только лучше и глубже осмыслить теоретические основы дисциплины 22.00.08 - «Социология управления», но а также в реальном времени ознакомиться с методическим и методным арсеналом, испытать его, получить первичные данные из открытых источников сети интернет, сделать первые шаги к структурированному осмыслению собранной информации, научиться пользоваться специализированным пакетом программ дистанционного сбора и анализа данных.

Одновременно нами решались и фундаментальные задачи связи когнитивных наук с использованием информационных технологий в исследовательских и образовательных практиках. Более 10 лет назад

Национальным научным фондом США была выдвинута идея соединения четырёх мегатехнологий (нано-, био-, инфо- и когнито-) под названием НБИК- инициатива, как мощное средство преобразования человека и социума. Эта новая технонаука и сопровождающая её широкая экспериментальная практика, возродившая старые технократические иллюзии, имеет крупные методологические недостатки, без преодоления которых она может представлять серьёзные риски и угрозы для будущего земной цивилизации. Во-первых, она не включает в себя пятую технологию - социогуманитарную, о чём справедливо напоминает директор Курчатовского института М.В.Ковальчук, а во-вторых, это уже собственно социологический аспект, она не учитывает того, что в обществе действует не индивид с мозгом и биологическим телом, а индивид с имманентно присущим ему социальным телом. Это означает, что познавательные процессы необходимо анализировать как коллективные, происходящие во взаимодействии как с природной, так и с социальной средой, образованной взаимодействием социальных субъектов. Особенно наглядно это взаимодействие проявляется в учебно-образовательной аудитории, специально организованной для передачи и освоения знаний.

Эти подходы были положены нами в основание долгосрочной программы фундаментальных исследований проблем интеграции научно-исследовательских и образовательных практик в связи с освоением информационных технологий. На сегодняшний день она осуществляется нашим Центром в 2006-2012 гг. по следующим подпрограммам:

1. Проведение исследований связи социальных и когнитивных процессов на основе использования интернет-технологий по планам Института социологии РАН, Президиума РАН и грантам РФФИ,

2. Методологическая оценка валидности методов и техники интернет- исследований по сравнению с традиционными методами сбора и анализа первичной информации

3. Интеграция научно-исследовательских и образовательных интернет-технологий в процессе подготовки специалистов высшей квалификации в формате социального эксперимента.

Работа по первой подпрограмме показала, что реальные социальные образования (группы, коллективы, организации) представляют собой устойчивые когнитивные системы с внутренними связями и внешними метаболизмами, способные оценить своё состояние и отношения как с естественными объектами, с социальными отношениями и культурными артефактами (язык, традиции, инновации), так и свои личностные качества (эмоции, установки, ценности), несмотря на то, что измерительные инструменты имеют виртуальное происхождение.

При помощи социотехнической технологии нами были исследованы: состояние и перспективы развития наукоградов, возможности и направления реформы РАН, конкурентоспособность отечественных ИТ производителей, социально- организационные факторы управления

учебно-воспитательным процессом в университете, потенциал инновационного развития донорских и дотационных регионов, проведена диагностика проблемы радикального реформирования вертикали власти и управления в стране и в регионах, а также ряд других актуальных проблем социетального масштаба [2]. Дистанционно проведен анализ работы 63 Учёных советов по защитах кандидатских и докторских диссертаций по социологии управления за последние 5 лет. К результатам мы вернёмся ниже.

Общий вывод такой: социотехническая технология значительно увеличивает диапазон возможностей научно-исследовательских организаций, повышают оперативность их исследований и позволяют шире использовать поисковые процедуры в образовательном процессе.

Вторая подпрограмма направлена на решение актуальной логико-гносеологической проблемы валидности результатов интернет-исследований. Можно ли им доверять в той мере, в какой это относится к обычным репрезентативным полевым опросам? Для ответа на этот вопрос нами проводятся методические эксперименты на одних и тех же объектах с параллельным применением различных методов сбора и анализа первичной информации. Наиболее масштабным стал мета-проект «Диагностика проблемы радикального реформирования работы органов власти и управления» (2011-2012 гг.). Массив данных из 3600 респондентов разваливается примерно на две равные части, где первая состоит из репрезентативного полевого опроса в шести регионах страны, а вторая из интернет-опроса населения в тех же регионах. Материалы ещё обрабатываются, но уже сейчас можно сказать, что интерактивные опросы надёжны и валидны в работе с целевыми социальными группами и частично валидны в массовых опросах типа мониторинга общественного мнения для отдельных групп как корректирующие или уточняющие данные. Для начало это не мало. В дальнейшем в интернет-опросы мы научимся вводить поправочные коэффициенты на уровень интернетизации различных групп населения.

Третья подпрограмма касается непосредственно интеграции научно-исследовательского и образовательного процессов на основе информационных технологий. Как показал опыт, глубинное погружение слушателей в проведение исследований с применением интерактивных методов (метод «электронного респондента», «интерактивный экспертный опрос» и др.) на начальном этапе чтения курса вызывает у них неподдельный интерес, позитивный резонанс и положительную мотивацию к восприятию последующих материалов программы, в том числе и теоретических основ дисциплины. Это связано в первую очередь с тем, что получаемые навыки и умения исследователя формируют латентные профессиональные ориентации будущих специалистов, на почве которых благоприятнее надстраиваются теоретические знания. Хорошим закреплением материала является схема «лекция-семинар», когда на

первом занятии рассматривается Программа исследования, а на следующем проводится семинар - обсуждения, с учетом того, что все участники получают заранее необходимые материалы и задания в интерактивном режиме. Далее наиболее заинтересованные студенты продолжают после окончания курса взаимодействие с лабораторией и Центром, и на различных этапах включаются в проведение фундаментальных и прикладных исследований. Для поддержания и продолжения такого рода взаимодействия мы заранее закладываем и «запускаем» устойчивые формы обратной связи еще на этапе чтения курса, активно используя интерактивные средства связи (e-mail, skype) для передачи научно-методической информации и организации выполнения внеаудиторных заданий. В перспективе планируется проведение «смешанных семинаров», т.е. проведение занятия в классе, но с применением интерактивных форм связи для подключения отсутствующих «здесь и сейчас».

В рамках этой подпрограммы исследуется центральная проблема интеграции научно-исследовательских и образовательных процессов: их совместное влияние на когнитивно-ценностно-ориентационную структуру личности обучающихся. Эта работа проводится по экспериментальной процедуре «До-После» (до начала обучения и после).

Ниже мы остановимся на дистанционной практике студентов в обобщении и систематизации методологических подходов и результатов эмпирических исследований в предметной области социологии управления (на материалах исследования диссертационных работ по специальности 22.00.08)

2. Дистанционная практика студентов в обобщении и систематизации методологических подходов и результатов эмпирических исследований в предметной области социологии управления

В рамках исследования по гранту РФФИ в 2009-2011 гг. на основе разработанного теоретико-методологического подхода и специализированного инструментария в Центре социологии управления и социальных технологий создана информационная база данных авторефератов кандидатских и докторских диссертаций по социологии управления (специальность – 22.00.08). В базе находится 476 авторефератов, защищенных за последние 5 лет (по состоянию на сентябрь 2012 г). В ближайшем будущем планируется ее запуск в режиме «он-лайн».

Работа строилась в контексте разработки новых методов анализа агрегированной онлайн-информации и новых подходов к контент-анализу символических репрезентаций [3]. На стадии формирования методического инструментария и ИТ-основы для обследования в интерактивном режиме текстов авторефератов диссертационных работ была разработана схема сбора, анализа и хранения данных (Рис. 1).

Разработан специализированный инструментарий, представляющий собой комплекс когнитивно-информационных карт, в апробации и

разработке которых активно принимали участие и студенты. С ними были проведены обучающие семинары, которые позволили им познакомиться с программой исследования, активно включиться в процесс сбора и агрегирования поисковой информации. В частности студенты работали на этапе апробации и заполнения информационных карточек (И-карта) для анализа диссертационных исследований, осуществляли ввод собранной фактической информации в базу данных в аналитической программе Да-система 5.0. Далее на научно-организационных семинарах студенты давали свои рекомендации для разработки Аналитической карточки (А-карта), направленной на обоснование научных возможностей описания и объяснения процесса диссертационного исследования. Сбор данных проводился студентами социологического факультета ГАУГН на принципах сплошной выборки в глобальной сети Интернет на сайтах ВУЗов, научно-образовательных организаций и учреждений, где функционируют диссертационные советы и проводятся защиты диссертаций по заявленной специальности – 22.00.08. Начальной датой отбора материалов стал ноябрь 2006 года, поскольку начиная с указанной даты, официально вступило в силу требование ВАКа об обязательном размещении авторефератов соискателей на степень доктора и кандидата наук на сайтах ВУЗов, где функционируют диссертационные советы, на которых происходят защиты диссертаций (при защите степени доктора наук также и на сайтах ВАКа и Минобразования РФ).



Рис. 1. ИТ-основа проекта исследования

Рассмотрим некоторые результаты нашего исследования. Проведен полный анализ их содержания с целью обобщения и систематизации используемых в исследованиях методологических подходов и получены нетривиальные результаты для оценки состояния и перспектив развития

данной отрасли социологического знания. Их планируется предоставить в Докладе для ВАКа и для соответствующих диссертационных советов. Материалы анализа положены в теоретико-методологические основания программы исследования ИС РАН проблем модернизации отечественной системы управления. Результаты работы над темой нашли отражение в 4-х публикациях [4], в т.ч. и в материалах последней Всероссийской конференции на тему «Управление и общество: назревшие проблемы, исследования и разработки», где организатором выступал Центр социологии управления и социальных технологий. В докладе на пленарном заседании нами использовались материалы данного исследования. В полном объеме они будут представлены в коллективной монографии в 2012-2013 гг.

По сегодняшним нашим данным только за последние пять лет было защищено около 1250 докторских диссертаций по социологии управления и экономике управления народным хозяйством. Анализ публикаций показывает, что с каждым годом растет число работ по материалам эмпирических исследований. Необходимость обобщения всех этих данных напрашивается сама собой. На Западе, как известно, социология управления развивается как социология менеджмента, а эффективность управления рассматривается как применение научных методов на практике. Отсюда появляется целый перечень школ управления в учебниках по менеджменту, начиная с Ф.Тейлора. При этом управление выступает как целесообразная инструментальная деятельность в бизнес-структурах (П.Друкер). Для нас этот подход недостаточен. При всей важности эффективности управленческого воздействия первостепенным для России в настоящее время выступает институционализация отношений управления в новых политических и социально-экономических условиях. Поэтому в каждом конкретном эмпирическом исследовании инструментальная составляющая управления должна корреспондироваться с характером отношений управления, т.е. с уровнем их институционализации, что требует другого концептуального подхода к выделению проблемы, объекта и предмета исследования, чем социология менеджмента. В этом смысле наше выделение управления как проблемы и единицы наблюдения не имеют аналога и представляют собой социокультурную российскую специфику. Предлагаемое нами аналитическое исследование проведенных работ предпринимается впервые. Подобных методологических исследований в проблемном поле социологии управления, насколько нам известно, ни в отечественной, ни в зарубежной практике не проводилось. В ряду теоретических предпосылок нашего проекта стоят работы таких отечественных методологов науки как Э.Г.Юдин, В.С.Швырев, А.И.Ракитов, Г.И.Рузавин, В.С.Степин и др., а также разработанная В.А.Ядовым стратегия и методика эмпирического исследования. Инновационным в нашем исследовании является использование интернет-технологий и разработанная сотрудником нашего центра В.С.Чесноковым методология и

методы детерминационного анализа. Предлагаемая новая трактовка методологической организации социологического исследования и оценка уровня методологической рефлексии в режиме мониторинга с использованием интернет-технологий, на наш взгляд, заметно ускорит формирование отечественной социологии управления как исследовательской программы и научной дисциплины. Результаты реализации данного проекта позволят распространить внутринаучный дискурс в отношении методологии и методов социологических исследований на область проблем социологии управления, что будет способствовать дальнейшей теоретизации этой дисциплины и решению проблем управленческой практики. Также лонгитюд данного проекта позволит поддерживать активизацию процесса участия студенческой аудитории в научно-исследовательской практике с применением специализированного программного обеспечения и информационных технологий, а также способствовать интеграции непрерывного образования «университет-магистратура-аспирантура» и сохранять трансляцию и преемственность компетенций.

3. Заключение

Организация традиционного образовательного процесса с применением научно-исследовательских практик, вкпе с разработкой и внедрением интерактивных методов сбора и анализа информации, с установлением форм устойчивой связи при помощи интернет-сервисов уже сегодня дают положительные результаты и имеют реальные перспективы на развитие в будущем. Нас интересуют материалы этой конференции для определения последующих шагов в избранном направлении исследований.

Литература

1. Ракитов А.И. Философия компьютерной революции. М.: Политиздат, 1991; Веремей Е.И. Методологические аспекты формирования образовательного стандарта и программ по направлению «Информационные технологии в процессах управления» Современные информационные технологии и ИТ образование // Сборник избранных трудов VI Международной научно-практической конференции: учебно-методическое пособие. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. М.: ИНТУИТ.РУ, 2011. С. 101-110; Вихрев В.В. О концептуальной модели информатизации системы образования (в порядке постановки задачи) // Сборник избранных трудов VI Международной научно-практической конференции: учебно-методическое пособие. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. М.: ИНТУИТ.РУ, 2011. С. 111-120.
2. Социология управления: стратегии, процедуры и результаты исследований / А. В. Тихонов (отв. ред.) и др. М.: «Кантон + ООН, Реабилитация», 2010.
3. Ракитов А.И., Бондяев Д.А. и др. Руководство для профессиональных аналитиков. М., 2009.; Девятко И.Ф. Онлайн исследования и методология социальных наук: новые горизонты, новые (и не столь новые) трудности // Онлайн исследования в России 2.0 / Под ред. А.В. Шашкина, И.Ф. Девятко, С.Г. Давыдова. М.: РИЦ "Северо-Восток, 2010. С. 17-30.
4. Тихонов А.В. Эпистемологический статус социологического знания и некоторые проблемы внутринаучной рефлексии в отечественной социологии // Россия реформирующаяся. Ежегодник. Вып. 6. М.: ИС РАН. С. 55-81.; Тихонов А.В. Социология управления. М., 2007.

Фролов Н.Н.,

ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет»,
профессор, заведующий кафедрой «Автомобили и автомобильное
хозяйство»

Груничев А.В.,

ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», доцент

Малиованов М.В.,

ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», профессор

Хмелев Р.Н.

ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», профессор
khmelev@klax.tula.ru

***Опыт разработки и использования контрольно-
обучающих комплексов по техническим дисциплинам
(на примере дисциплины «Теплотехника»)***

Современный образовательный процесс невозможен без использования компьютерных обучающих систем, основанных на базовых информационных технологиях. Среди применяемых компьютерных систем обучения в зависимости от поставленных педагогических задач можно выделить [1] электронные учебники, компьютерные обучающие системы, системы дистанционного обучения. Все вышеперечисленные системы обучения целесообразно включать в контрольно-обучающие комплексы по техническим дисциплинам ВУЗов.

В данной статье изложен опыт разработки и использования контрольно-обучающих комплексов по техническим дисциплинам, закрепленным за кафедрой «Автомобили и автомобильное хозяйство» Тульского государственного университета. Структура и возможности контрольно-обучающих комплексов проиллюстрированы на примере дисциплины «Теплотехника» [2].

Для разработки контрольной (тестовой) части комплексов использовался язык PHP. Обучающая часть комплексов реализована в формате Web-документов. Такое построение обучающей части курса позволяет организовать изучение материала в определенной последовательности при переходе по гиперссылкам к различным разделам. Организация гиперссылок сделана таким образом, что возможно несколько вариантов обучающей и контролирующей подсистем курса. Работа с комплексом не требует специальной подготовки и интуитивно понятна пользователю, овладевшему курсом «Информатика».

Для работы с конкретным комплексом студент запускает интернет-

обозреватель (Internet Explorer и т. п.), открывает главную страницу с перечнем дисциплин, выбирает название дисциплины, номер группы, Ф.И.О. и вводит пароль, соответствующий номеру зачетной книжки.

Контрольно-обучающие комплексы по техническим дисциплинам содержат следующие компоненты:

- Общую информацию о курсе (структуру курса и содержание разделов, уровни освоения курса, алгоритм освоения курса, предметный указатель, указатель тем, объем учебного материала темы, лист управления, правила работы с обучающим комплексом для пользователей)
- Теоретический материал
- Практические работы
- Лабораторные работы.

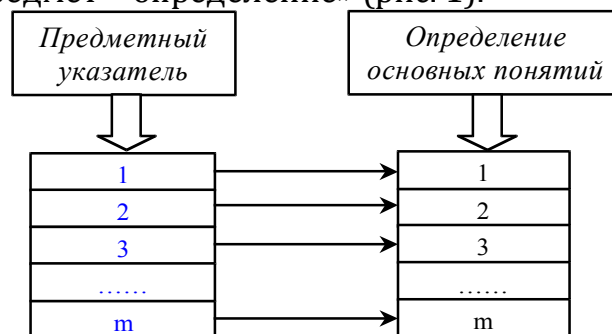
Рассмотрим характерные особенности перечисленных компонентов.

В процессе изучения дисциплины возможны два уровня освоения курса – формальный и концептуальный. На формальном уровне освоения пользователь получает представление об основных понятиях, получает навыки решения типовых задач, осуществляет контроль уровня освоения материала в результате решения контрольных задач.

На концептуальном уровне пользователь получает системные знания материала как по курсу в целом, так и выборочно – по отдельным темам, а также осуществляет контроль уровня освоения материала.

Алгоритм освоения курса на формальном уровне включает:

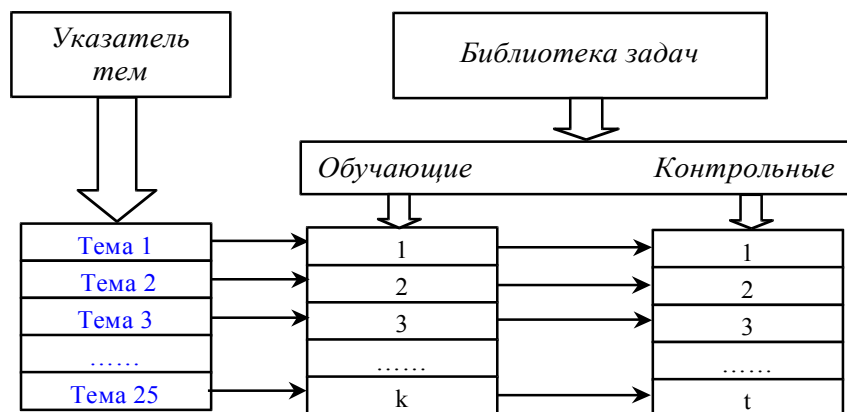
а). Алгоритм «предмет – определение» (рис. 1).



Стрелками указан переход по гиперссылкам от предметного указателя к определениям основных понятий.

Рис. 1. Блок-схема алгоритма «предмет – определение».

б). Алгоритм «тема – задача» (рис. 2).

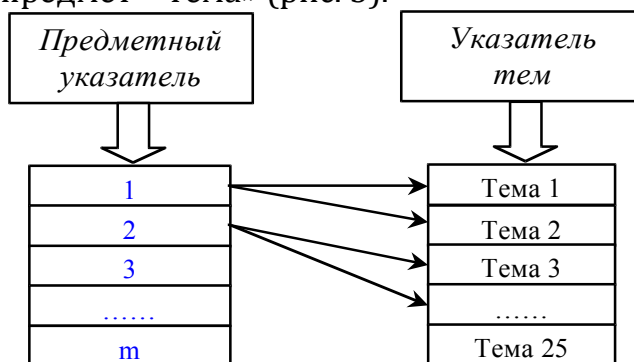


По алгоритму осуществляется поиск задач по необходимой теме и контроль уровня их освоения.

Рис. 2. Блок-схема алгоритма «тема – задача».

Алгоритм освоения курса на концептуальном уровне включает:

а). Алгоритм «предмет – тема» (рис. 3).



Возможен вариант выхода непосредственно на интересующую тему, минуя предметный указатель, с любой страницы изучаемого материала.

Рис. 3. Блок-схема алгоритма «предмет – тема».

б). Алгоритм «тема – содержание» (рис. 4).

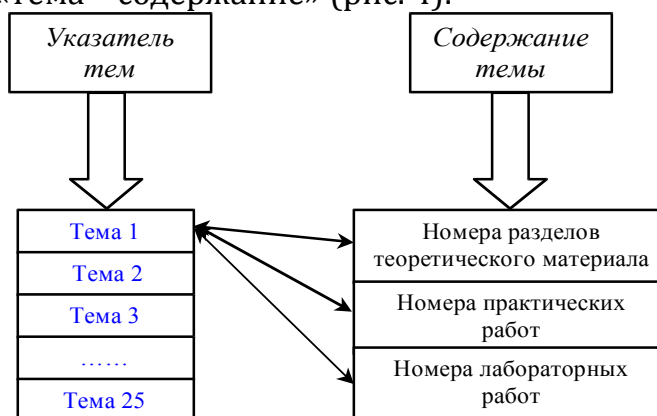


Рис. 4. Блок-схема алгоритма «тема – содержание».

Предметный указатель и указатель тем представляют собой гипертекст, содержащий ссылки на компоненты курса.

Объем учебного материала темы позволяет пользователю

ознакомиться с содержанием каждой из тем курса.

Лист управления включает формирование оценки текущей успеваемости по темам и по курсу в целом. Для формирования оценок используются весовые коэффициенты. В первом случае сумма весовых коэффициентов по каждой теме 1 (весовые коэффициенты определяются преподавателем), а максимальная бальная оценка по каждой теме 100. Во втором случае сумма весовых коэффициентов 0,6 (весовой коэффициент определяется преподавателем), а максимальная суммарная бальная текущая оценка по курсу 60. Максимальная бальная текущая оценка (60 баллов) по курсу установлена в соответствии с бально-рейтинговой системой, принятой в Тульском государственном университете.

Особенность такого построения курса заключается в том, что он не привязан к конкретной рабочей программе и является универсальным для целого ряда направлений и специальностей подготовки. При этом преподаватель, имея рабочую программу, может сам сформировать необходимый объем учебного материала.

Правила работы с конкретным контрольно-обучающим комплексом для пользователей включают сведения о порядке начисления баллов при оценке уровня освоения теоретического материала, практических и лабораторных работ.

Теоретический материал по темам выполнен в виде гипертекстового учебника [3], содержащего анимацию. Широкое использование анимационных иллюстраций является одним из важнейших дидактических аспектов комплексов. Роль их при изучении технических дисциплин значительна. Так, например, для дисциплины «Теплотехника» характерна высокая степень абстракции, а в связи с этим – существенные затруднения в понимании физического смысла изучаемого материала.

Анимационные иллюстрации позволяют образно представить и сделать более доступными сложные понятия, используемые для описания изучаемых процессов и явлений.

Анимационные иллюстрации строились в соответствии с единой методикой, включающей следующие процедуры:

- Разработку образной модели для данного понятия
- Использование единой системы образов и цветовой гаммы
- Разработку сценария
- Реализацию сценария средствами программы Macromedia Flash.

Разработка образной модели понятия – наиболее важный и трудно формализуемый этап. Здесь необходимо выделить основные черты и особенности изучаемого понятия и определить образы, с помощью которых они могут быть иллюстрированы.

Так, например, для дисциплины «Теплотехника» единая система образов и цветовой гаммы включала в себя следующие образы и цвета:

1. Стандартные образы

- двойная стрелка с пульсирующей точкой – передача энергии в форме тепла (красная стрелка) и работы (желтая стрелка);
- подвижный груз (желтый) – источник (приемник) работы;
- горящий костер (красный) – источник тепла;

2. Стандартная цветовая гамма

- серый и его оттенки – внутренняя энергия рабочего тела;
- желтый и его оттенки – механический энергоконтакт;
- красный и его оттенки – термический энергоконтакт;
- изменение оттенков цвета, а именно: увеличение частоты цвета – получение энергии в соответствующей форме, а уменьшение частоты цвета – отдача энергии в соответствующей форме.

Написание сценария позволяет максимально использовать иллюстративные возможности предложенной модели изучаемого понятия, выявить возможные недостатки ее и ввести необходимую коррекцию.

Использование программы Macromedia Flash позволило реализовать все заложенные в разработанную модель возможности и обеспечить управление созданной иллюстрацией.

Ниже, в качестве примера, приведен сценарий построения иллюстрации понятий «обратимый процесс» и «необратимый процесс».

1. Исходное состояние

Серое рабочее тело. Пять молекул. Пульсирующие стрелки (тонкие, черные), изображающие скорость. Желтые неподвижные грузы.

2. Появляются пульсирующие желтые стрелки (двойные с точкой) и одинаковые грузы приходят в движение «справа налево» и «снизу вверх». Начальное положение грузов – пульсирующий пунктир. Двигается поршень и вращается вертушка.

2.1. Молекулы долетают до поршня, ударяются о него и отражаются по тому же направлению, но с увеличенной скоростью, т.е. с увеличенными стрелками. При этом рабочее тело увеличивает энергию и темнеет. Поршень, после того как о него ударились последняя молекула, перестает двигаться. Пульсирующая желтая стрелка исчезает; двигаются только молекулы. Молекулы долетают до стенки, отражаются от нее и летят навстречу поршню. Первая молекула, отраженная стенкой долетает до поршня, ударяется о него, возникает пульсирующая желтая стрелка, направленная «слева направо». Поршень приходит в движение и катит тележку к исходному положению. Тон рабочего тела светлеет. В результате тележка должна вернуться в начальное положение (совпасть с пульсирующим пунктиром), а молекулы после удара о стенку также возвращаются в исходное положение.

2.2. Молекулы долетают до вращающейся вертушки, ударяются о нее, тон рабочего тела темнеет. После соударения с вертушкой движение молекул приобретает неупорядоченный (хаотичный) характер. Они движутся, ударяясь о боковые стенки. После того, как о вертушку ударились

последняя молекула, вертушка перестает двигаться. Желтые стрелки исчезают, груз останавливается, вертушка движение прекращает, движутся только молекулы. Одна-две молекулы ударяются о вертушку и она поворачивается в сторону противоположную начальному вращению, незначительно поднимая груз. Возникает пульсирующая желтая стрелка, направленная «сверху вниз». Груз значительно не доходит до своего первоначального состояния.

На рис. 5 приведена раскладка иллюстрирующая возможности разработанной анимации.

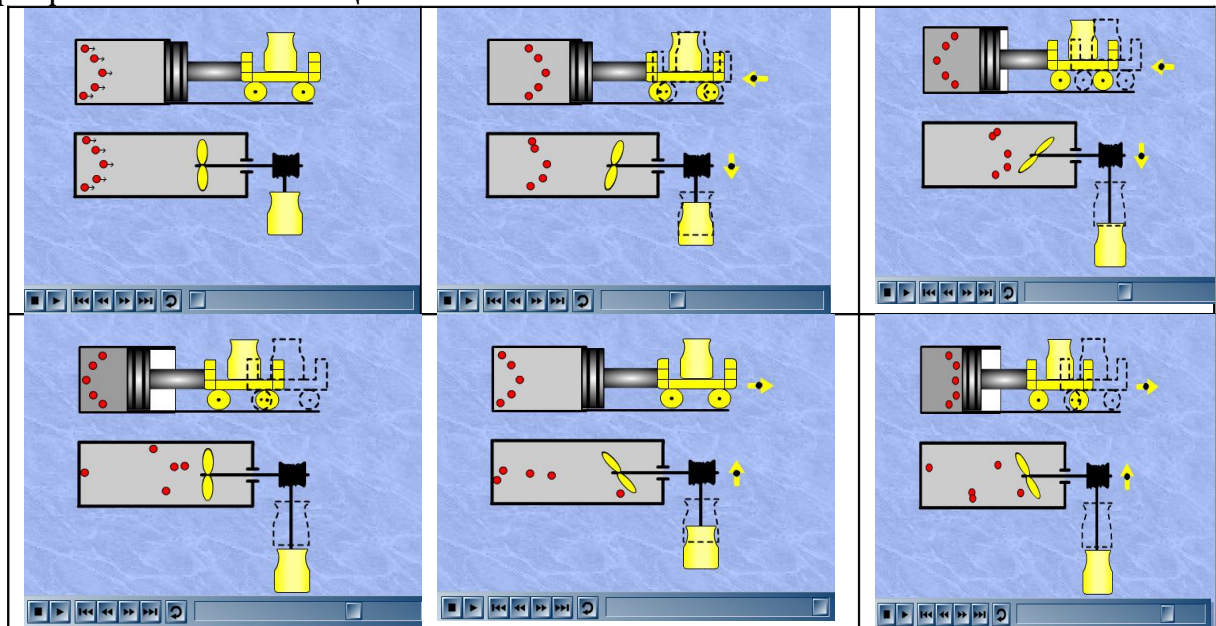


Рис. 5. Раскладка анимированной иллюстрации понятий «обратимый процесс» и «необратимый процесс»

После изучения теоретического материала по отдельно взятой теме учащемуся предлагается ответить на контрольные вопросы (рис. 6), переход к которым осуществляется по гиперссылке.

Адрес: http://10.0.0.1/st_test_tasks.php

Автоматизированная Контрольно-Обучающая Система кафедры Автомобилей и Автомобильного Хозяйства

Студент: Аникиев Антон Евгеньевич

Контрольные | Методический комплекс | Отправка отчетов | Выход

Контрольная: **Контрольные вопросы по теме 10 (максимально 100 баллов)**
 Дата и время начала решения 06.10.2012 15:48
 Дата и время окончания решения 06.10.2012 16:03

[Обновить результаты]

- Задача 1. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 2. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 3. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 4. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 5. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 6. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 7. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 8. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 9. Оценка -- Осталось попыток 1
- Задача 10. Оценка -- Осталось попыток 1

Итого ответов:
 не решенных задач - 10
 Результат контрольной: **0** баллов.

Время формирования страницы: 0.457, формирования заданий: 0.051
 Время подготовки: 0.042 анализа всех доступных вопросов: 0, случайная выборка вопр: 0.009

Рис. 6. Контроль уровня освоения теоретического материала

Практические работы по темам включают цель работы, справочный материал, задачи обучающие и контрольные. Переход к решению контрольных задач осуществляется по гиперссылке.

Лабораторные работы по темам можно разбить на две группы.

1. Лабораторные работы, содержащие видео-, фото- материал, анимацию проведения эксперимента и показаний измерительных приборов существующих лабораторных работ.

2. Виртуальные лабораторные работы [4]. Это работы, позволяющие студенту на основе математической модели реального явления, процесса или устройства выполнить исследование, являющееся целью лабораторной работы, которую нельзя достичь с использованием реального оборудования. Так, например, для дисциплины «Теплотехника» разработаны и успешно используются виртуальные лабораторные работы: «Теплота, работа их взаимное преобразование (Первый закон термодинамики)», «Второй закон термодинамики», «Дросселирование газов».

Виртуальные лабораторные работы состоят из следующих разделов:

1. Цель работы.
2. Теоретический материал.
3. Описание лабораторной установки.
4. Сборка структурной схемы экспериментальной установки.
5. Описание функционирования лабораторной установки.
6. Проведение опыта и выполнение расчетов.
7. Вспомогательный материал.

Характерными особенностями виртуальных лабораторных работ являются следующие:

- Допуск к выполнению лабораторной работы студенты получают в автоматическом режиме после изучения теоретического материала и при положительной оценке за ответы на контрольные вопросы.
- Виртуальные лабораторные работы имеют два рубежа контроля уровня выполнения. В п. 4 по гиперссылке студенты из основного HTML документа переходят к сборке структурной схемы лабораторной установки (рис. 7).

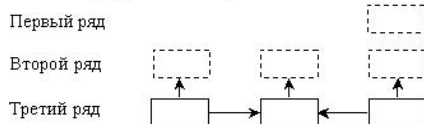
Контроль правильности введенных студентом ответов осуществляется системой в автоматическом режиме. Причем дальнейшее выполнение лабораторной работы производится только после правильной оцифровки элементов установки.

В п. 6 студент в соответствии с вариантом, случайно выбранным компьютером (общее количество вариантов с различными исходными данными равно 25) проводит опыт и выполняет необходимые расчеты (рис. 8). Переход к данному разделу лабораторной работы, как и в предыдущем случае, осуществляется по гиперссылке.

Наименование элемента	Изображение элемента	Условное обозначение элемента
Теплоизолированный элемент		1
Поршень с нагружающим элементом		2
Тепловыделяющий элемент		3
Измеритель давления	ИД	4
Измеритель перемещения поршня	ИП	5
Измеритель мощности тепловыделяющего элемента	ИМ	6
Измеритель времени	ИВ	7

Собрать структурную схему лабораторной установки, проставив цифры, соответствующие условным обозначениям, приведенным в таблице, для элементов первого, второго и третьего ряда.

Ввести эти цифры в таблицу ответов.



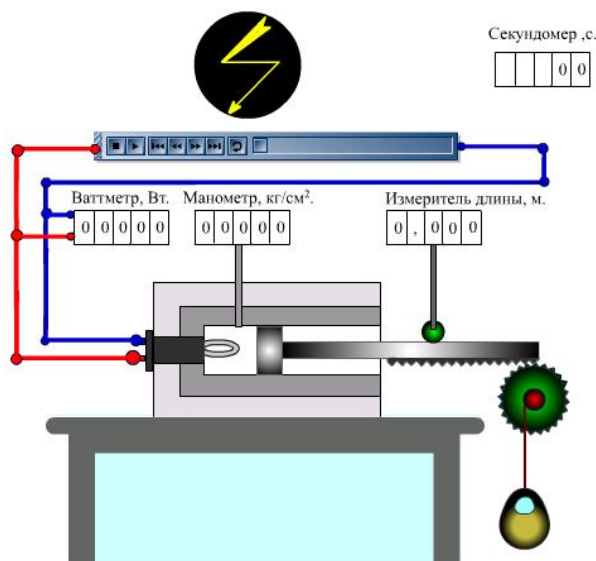
Введите ответ(ы):

Первый ряд =

Второй ряд =

Третий ряд =

Рис. 7. Сборка структурной схемы экспериментальной установки



6. Проведение опыта и выполнение расчетов
- 6.1. Включить подачу энергии к тепловыделяющему элементу, замкнув цепь питания рубильником.
- 6.2. Зафиксировать показания измерительных устройств на 5 с и 15 с эксперимента. Занести их в таблицу опытных данных, для чего опыт следует несколько раз повторить.
- 6.3. Осуществить перевод опытных параметров в форму необходимую для расчетов.
- 6.4. Определить теплоту и работу процесса, считая, что площадь поршня 0,008 м².
- 6.5. Используя первый закон термодинамики найти изменение энергии рабочего тела в процессе.
- 6.6. Данные расчета занести в таблицу ответов.

Введите ответ(ы):

$Q_{1,2}$, Дж =

$L_{1,2}$, Дж =

ΔU , Дж =

Рис. 8. Проведение опыта и выполнение расчетов

Разработанные виртуальные лабораторные работы позволяют:

1. Получить наглядное представление о функционировании технических систем и о сложных процессах в них происходящих.
2. Осуществить в автоматическом режиме контроль уровня освоения материала.

При разработке комплексов предусмотрена возможность накопления статистической информации по каждому студенту, а также возможность проверки преподавателем ответов на контрольные вопросы, результатов выполнения лабораторных, практических работ, как по каждому студенту, так и по группе в целом.

Таким образом, разработанные контрольно-обучающие комплексы могут использоваться в дистанционном обучении, как по локальной сети кафедры, так и по сети Интернет и включают полный набор инструментов, позволяющих учащемуся самостоятельно освоить необходимый объем учебного материала, а преподавателю оценить уровень освоения.

Литература

1. Советов Б.Я. Информационные технологии: учеб. для вузов / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. М.: Высш. шк., 2005. 263.: ил.
2. Груничев А.В., Малиованов М.В., Хмелев Р.Н. Контрольно-обучающий комплекс по дисциплине «Теплотехника» // Проблемы экономики и информатизации образования: материалы IV МНПК. Тула: ТИЭИ, 2007. С. 119 – 122.
3. Малиованов М.В., Хмелев Р.Н. Теплотехника. Мультимедийное учебное пособие. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки в отраслевом фонде алгоритмов и программ № 11532 от 14 сентября 2008 г.
4. Малиованов М.В., Хмелев Р.Н. Виртуальные лабораторные работы по дисциплине «Теплотехника» // Проблемы экономики и информатизации образования: Материалы III междунар. науч.-практ. конф. Тула: ТИЭИ, 2006. 278 с.

Штанюк А.А.

НИУ Высшая школа экономики (Нижегородский филиал),
доцент
shtan@land.ru

Системы управления проектами для поддержки учебного процесса

Аннотация

Рассматривается использование современных программных средств управления проектами (redmine, taskjuggler) для организации учебного процесса в рамках ИТ-дисциплины.

Управление проектами

В современных условиях перед преподавателями компьютерного цикла дисциплин стоит задача организации и поддержки работы студентов в рамках курса с привлечением современного программного обеспечения. Уходят в прошлое спешно составленные файлы с заданиями, напечатанные на листках бумаги формулировки задач, бумажные ведомости с плюсами и оценками. Появляется необходимость публикации заданий в локальной или глобальной сетях, возможность поддержки обратной связи, осуществления контроля за выполнением заданий и своевременного информирования о ходе учебного процесса. Многие для этих целей привлекают обычную электронную почту, но она не является специализированным средством и может рассматриваться только как средство связи между преподавателями и студентами. Есть другой подход, который заключается в развёртывании и использовании корпоративных информационных систем типа moodle или e-learning. Эти системы могут быть и коммерческими и бесплатными, но часто и они слишком универсальны и сложны для развёртывания или обучения и лучше подходят для организации учебной деятельности ВУЗа или его подразделения, чем для отдельных дисциплин.

В последнее время в глобальной сети стали появляться сообщения об использовании специальных программных средств управления проектами для работы студентов и контроля за результатами их работ, причём терминология, используемая в процессах разработки программного обеспечения (задания, версии, трудоёмкость, календарный график и пр.) подходит для различных сторон деятельности студентов и их конечного труда.

В качестве таких систем рассматриваются следующие:

- **Redmine** (<http://redmine.org>)
- **TaskJuggler** (<http://taskjuggler.org>)

Выбор данных систем обусловлен несколькими обстоятельствами,

среди которых следует отметить:

- свободное распространение по лицензии GNU;
- достаточно энергичное развитие, регулярный выход новых версий;
- поддержка календарных графиков (диаграмм Ганта);
- работа по технологии «клиент-сервер» (redmine) и возможности автоматизации (taskjuggler);
- встроенная поддержка работы с системами управления версиями (VCS) у redmine;
- наличие свободного хостинга в сети (redmine);
- Возможности систем не дублируются, а дополняют друг друга.

Redmine

Система Redmine изначально создавалась для организации работы команды программистов над проектом (рис. 1). Можно создавать несколько проектов и устанавливать между ними иерархические связи.

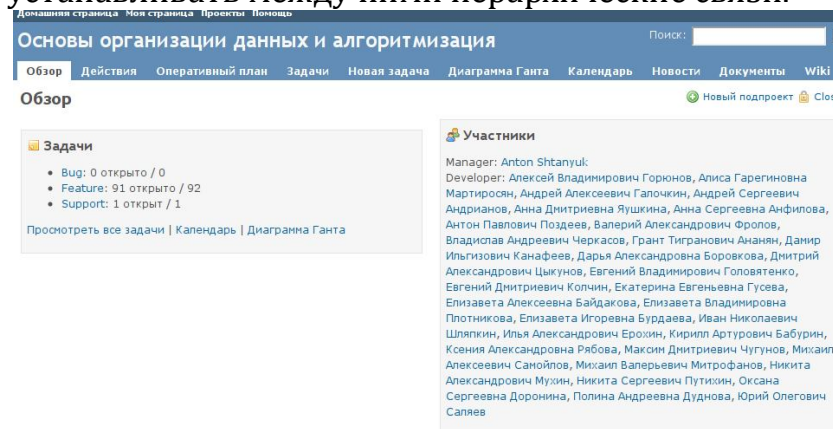


Рис. 1. Обзор проекта в redmine

Преподаватель является администратором проекта и для каждой дисциплины создаёт новый проект. Далее ему необходимо настроить следующие элементы:

- Действия. Здесь должны быть перечислены виды деятельности студентов (анализ задания, составление алгоритма, кодирование, отладка,...).
- Хранилище. Указывается система управления версиями для хранения кода программ студентов (SVN, CVS, GIT...).
- Категории задач. Для учебного процесса это могут быть лекции, практики и другие виды занятий.
- Версии. Обычно под версией понимают задание практической работы или практическую работу в большом курсе с несколькими работами.
- Участники. Для того чтобы студенты могли выполнять свои работы их необходимо включить в проект как участников. Предлагаются роли: менеджер, разработчик. Менеджер может создавать новые

задачи и назначать из разработчикам. Оправдано использование роли менеджер преподавателем или несколькими преподавателями, ведущими курс.

- Модули. Здесь определяются разделы курса, доступные всем участникам. Можно отметить: задачи, учёт времени, новости, документы, файлы, wiki, хранилище, форумы, календарь, диаграмма Ганта.
- Трекер. Является основой для классификации задач в проекте и представляет собой вид деятельности в проекте. Для большинства случаев можно создать трекер «занятие» для отслеживания действий студентов на занятиях по дисциплине или «самостоятельная работа» для работы дома.
- Статусы задач. Определяют текущее состояние задачи. Наиболее распространённая последовательность значений статусов: новая, в работе, завершена, обратная связь, закрыта.

Основной единицей работы в проекте является задача, которая является конкретным заданием конкретному студенту. Благодаря версиям, задачи группируются по практическим работам и отображаются на вкладке «оперативный план» (рис. 2).

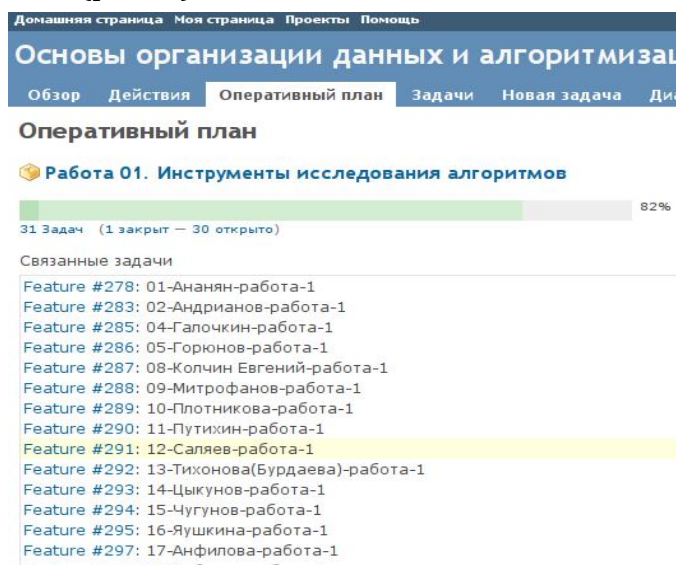


Рис. 2. Оперативный план

После создания задачи получают статус «новая». Студент, начиная работу над задачей, меняет её статус на рабочий и благодаря этому, на вкладке оперативного плана отображается текущая картина по задачам всех студентов. Завершив работу, студент снова меняет статус задачи, оповещая преподавателя о необходимости проверки и выставления оценки. Если в работе допущены ошибки, преподаватель извещает об этом студента, выставляя статус «обратная связь». И так продолжается до тех пор, пока задача не получает статус «закрыта» и по ней выставляется

оценка.

Для обмена материалами можно использовать хранилище с системами контроля версий или механизм прикрепления рабочих файлов прямо на странице задачи. Замечания, комментарии и индивидуальная переписка по конкретной задаче осуществляется там же.

Наиболее наглядным отображением текущего состояния учебного процесса является диаграмма Ганта, которая отображает задачи и статус их выполнения на календарной сетке (рис. 3).



Рис. 3. Диаграмма Ганта

Она полезна как преподавателям, следящими за количеством завершённых и незавершённых задач, так и для студентов, отслеживающих своё «состояние» на оси времени и временные рамки выполняемых работ.

В redmine есть возможность составления отчётов для оценки трудоёмкости выполняемых работ. Выполняя задачи, студенты указывают затраченное время, которое суммируется и отображается в виде сводной таблицы, предоставляя преподавателю возможность оценивать сложность заданий.

И, наконец, redmine — расширяемая система за счёт дополнений, написанных на языке ruby. Можно устанавливать дополнительные модули, расширяющие стандартные возможности системы.

TaskJuggler

Другая интересная система управления проектами называется taskjuggler и её возможности дополняют и расширяют redmine. Прежде всего, описание проекта taskjuggler задаётся в виде текстового файла, который может быть сформирован как обычным текстовым редактором, так и автоматическим программным способом. Данный файл обрабатывается специальным транслятором и на выходе получают веб-документы с отчётами по интересующим пользователя системы данным. Этот транслятор может периодически запускаться на сервере и автоматически обновлять предоставляемую студентам и преподавателям информацию.

На основе данных о работах, формируется календарный план-график с диаграммой Ганта (рис. 4).

Приведём пример записей о работах, выполняемых студентами в

рамках проекта.

```

task t11 "Ковалёв С.А. Работа №1" {
  start 2012-09-19
  #end 2012-09-25
  note "Отлично"
  task "Выполнение" { start 2012-09-19 end 2012-09-23 complete 100}
  task "Проверка" { start 2012-09-23 end 2012-09-25 complete 100 }
}
task t12 "Никифорова А.А. Работа №1" {
  start 2012-09-19
  end 2012-09-31
  note "Удовлетворительно"
  journalentry 2012-09-29 "опоздание" {alert yellow }
  task "Выполнение" {start 2012-09-19 end 2012-09-29 complete 100}
  task "Проверка" {start 2012-09-29 end 2012-09-31 complete 100 }
}

```

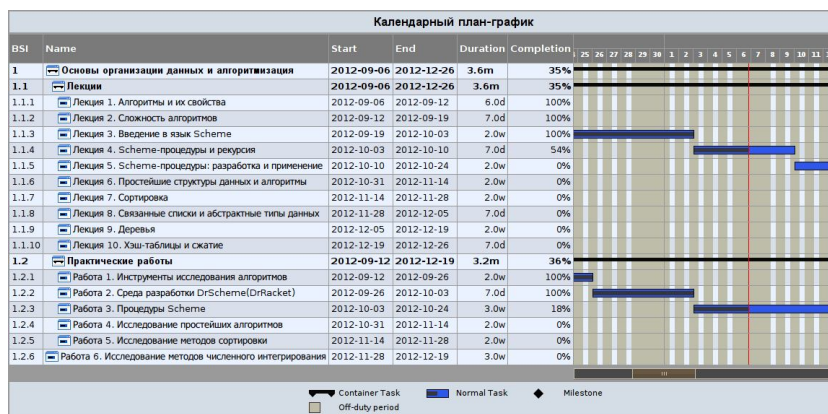


Рис. 4. Календарный план в taskjuggler

После создания отчёта по работам можно увидеть список проверенных работ, а также не выполненных или непроверенных работ (рис 5,6).

Успеваемость на 2012-10-01

Итоги до сегодняшнего дня		Ситуация на неделю		Предстоящие проверки		Завершённые проверки	
Name	Начало	Конец	Completion	Alert	Note		
Ковалёв С.А. Работа №1	2012-09-19	2012-09-25	100%	Green	Отлично		
Выполнение	2012-09-19	2012-09-23	100%	Green			
Проверка	2012-09-23	2012-09-25	100%	Green			
Никифорова А.А. Работа №1	2012-09-19	2012-10-01	100%	Yellow	Удовлетворительно		
Выполнение	2012-09-19	2012-09-29	100%	Green			
Проверка	2012-09-29	2012-10-01	100%	Green			
Васильев Н.Н. Работа №1	2012-09-19	2012-09-30	50%	Green			
Выполнение	2012-09-19	2012-09-30	100%	Green			

Рис. 5. Отчёт по выполненным заданиям

В отчётах можно отметить работу студента, который прислал задание на проверку, но не получил пока оценку.

Успеваемость на 2012-10-01

Итоги до сегодняшнего дня | Ситуация на неделю | Предстоящие проверки | Завершённые проверки

Name	Начало	Конец	Completion	Alert	Note
Васильев Н.Н. Работа №1	2012-09-19	2012-09-30	50%	Green	
Проверка	2012-09-19	2012-09-19	0%	Green	
Ковалёв С.А. Работа №2	2012-09-26	2012-10-01	0%	Green	
Выполнение	2012-10-01	2012-10-01	0%	Green	
Проверка	2012-10-01	2012-10-01	0%	Green	
Никифорова А.А. Работа №2	2012-09-26	2012-10-01	0%	Green	
Выполнение	2012-10-01	2012-10-01	0%	Green	
Проверка	2012-10-01	2012-10-01	0%	Green	
Васильев Н.Н. Работа №2	2012-09-26	2012-10-01	0%	Green	
Выполнение	2012-10-01	2012-10-01	0%	Green	
Проверка	2012-10-01	2012-10-01	0%	Green	

Рис. 6. Отчёт по невыполненным заданиям

Выводы

Современные системы управления проектами могут использоваться в учебном процессе благодаря своим функциональным возможностям и терминологии, легко подстраиваемой под различные предметные области. Учитывая возможность работы в сети, отсутствие лицензионных отчислений и расширение за счёт модулей, они могут стать надёжными помощниками в работе преподавателей и студентов высшей школы.

Литература

1. Страница Википедии: Redmine. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Redmine>
2. Страница Википедии: TaskJuggler. <http://ru.wikipedia.org/wiki/TaskJuggler>

**СЕКЦИЯ 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ЛУЧШАЯ
ПРАКТИКА ИТ-ОБРАЗОВАНИЯ**

Астахова И.Ф.,

Воронежский государственный университет, профессор
astachova@list.ru

Фалалеева Ю.Л.

Воронежский государственный университет

Построение нечеткой гибридной системы и ее применение к образовательным структурам

Проникновение компьютеров во все области человеческой деятельности меняет во многом те подходы и технологии, которые ранее в них применялись. Коснулась эта тенденция и технологий организации образовательного процесса. В последнее время уделяется большое внимание разработке автоматизированных обучающих систем, позволяющих студенту в интерактивном режиме изучить и закрепить материал, а также проверить свои знания.

1. Проектирование нечеткой гибридной системы

Диаграмма вариантов использования системы имеет вид:

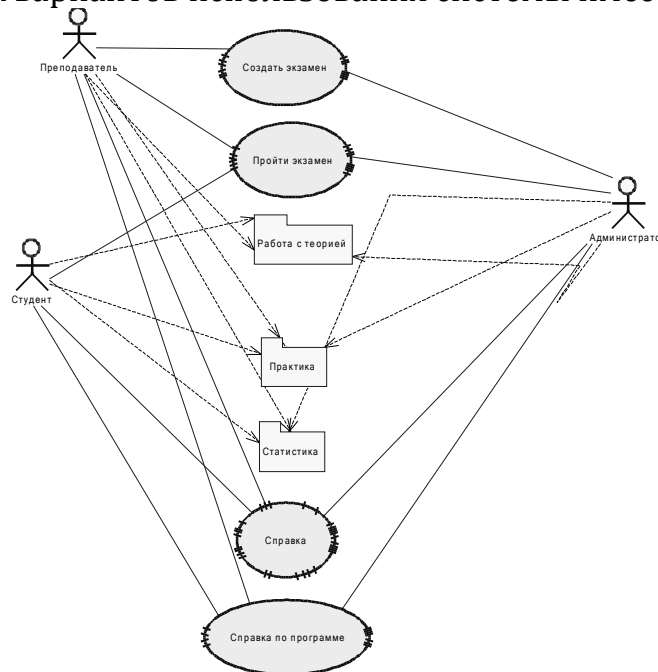


Рис. 1. *Диаграмма вариантов использования системы*

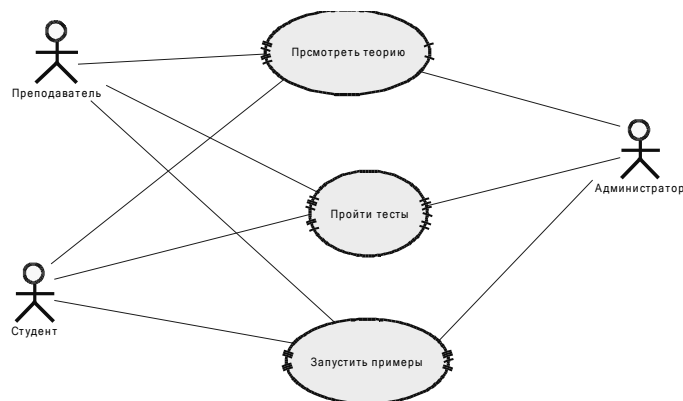


Рис.2. Работа с разделом «Теория»

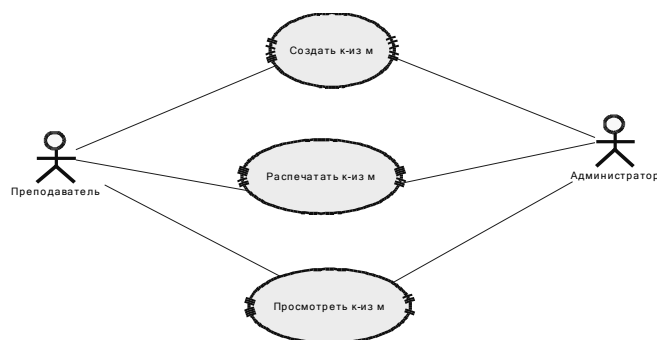


Рис. 3. Работа с контрольно-измерительными материалами
Другие диаграммы имеют аналогичный вид.

2. Оценка знаний студентов

Как было указано, при создании данного продукта были разработаны вопросы различной степени сложности для студентов с различным уровнем знаний. Для выявления уровня знаний и разделения студентов на группы были применены нейрокомпьютерные технологии, а именно, задача классификации была решена с использованием сети Кохонена [2]. Задача классификации заключается в разбиении объектов на классы, причем основой разбиения служит вектор параметров объекта. Сами классы часто бывают неизвестны заранее, а формируются динамически. Один из самых простых подходов к классификации состоит в том, чтобы предположить существование определенного числа классов и произвольным образом выбрать координаты прототипов. Затем каждый вектор из набора данных связывается с ближайшим к нему прототипом, и новыми прототипами становятся центроиды всех векторов, связанных с исходным прототипом. В качестве меры близости двух векторов обычно выбирается евклидово расстояние. На этих принципах основано функционирование сети Кохонена, обычно используемой для решения задач классификации. Данная сеть обучается без учителя на основе самоорганизации. По мере обучения векторы весов нейронов становятся прототипами классов – групп векторов обучающей выборки. На этапе

решения информационных задач сеть относит новый предъявленный образ к одному из сформированных классов.

После обучения классификация выполняется посредством подачи на вход сети испытуемого вектора, вычисления расстояния от него до каждого нейрона с последующим выбором нейрона с наименьшим расстоянием как индикатора правильной классификации.

В случае данной системы на вход реализованной сети Кохонена подается маска ответов на пять классификационных вопросов. Сеть распределяет ответы на три класса: 0 – недостаточный для дальнейшего прохождения основного тестирования; 1 – минимально достаточный для дальнейшего прохождения основного тестирования; 2 – достаточный для дальнейшего прохождения основного тестирования.

3. Модель прогнозирования развития курса с помощью нечеткой логики

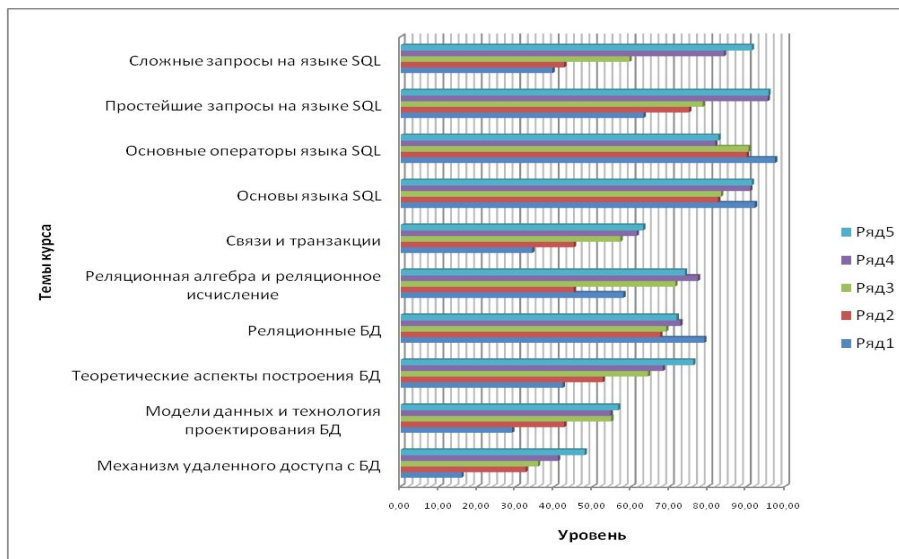


Рис. 4. Гистограмма ответов

Была использована следующая методика прогнозирования [1]:

1. определение универсального множества, которое представляет собой интервал между наименьшей и наибольшей вариациями коэффициентами правильных ответов в группе.
2. Деление универсального множества на несколько интервалов равной длины, включающих различные значения вариаций.
3. Введение лингвистической переменной и определение соответствующих лингвистических значений, определение множества нечетких множеств.
4. Фазификация исходных данных, т.е. преобразование четких количественных значений в нечеткие. Эта операция позволяет в значениях функций принадлежности отразить соответствующие количественным значениям качественные представления об ответах в данной группе.
5. Выбор параметра соответствующего отрезку времени, предшествовавшему текущему году.

6. Вычисление матрицы нечетких отношений.

7. Прогнозирование количества тестируемых студентов.

8. Деффагификация полученного результата, т.е. переход от нечетких значений к четким (количественным).

В качестве лингвистической переменной была использована переменная «вариация количества правильных ответов в группе», которая имела следующие значения: {(отрицательная значительная вариация), (отрицательная малая вариация), (нет изменений), (малая положительная вариация), (значительная положительная вариация)}.

Получена таблица результатов прогнозирования количества правильных ответов. В 2012 году менее всего правильных ответов будет дано на вопросы из групп «Механизм удаленного доступа с БД», «Модели данных и технология проектирования БД» и «Сложные запросы на языке SQL». Ошибка прогнозирования составляет около 20%.

4. Программная реализация нечеткой гибридной системы в образовании

Интерфейс пользователя представляет собой систему страниц, представленную на рис 5. [3].



Рис 5. Интерфейс пользователя

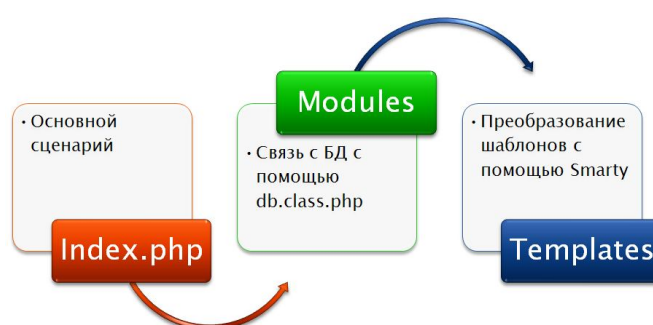


Рис.6. Взаимодействие функциональных блоков внутри проекта

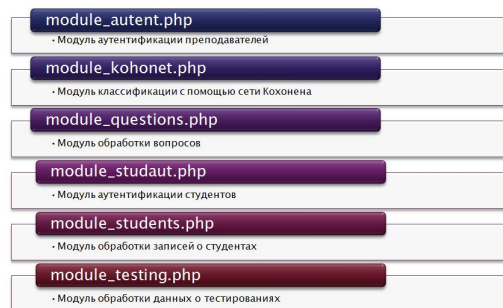


Рис. 7. Основные модули проекта

Литература

1. Борисов А. Н. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, О. А. Крумберг и др. – Рига: Зинатне, 1982. – 256с.
2. Горбань А.Н. Нейронные сети на персональном компьютере. / А.Н.Горбань, Д.А.Россиев– Новосибирск: Наука, 1996. – 276 с.
3. Профессиональное PHP программирование / Дж. Кастаньетто, Х. Рафат, С. Шуман, и др.; Пер. с англ. СПб: Символ-Плюс, 2001. – 912 с.

Демиденко А.П.,

Кан М.В.,

Сундеев Д.Г.

Институт коммуникаций и информационных технологий Кыргызско-Российского Славянского университета

Интерактивная система оценки качества образования

Аннотация

Рассматриваются вопросы создания автоматизированной системы оценки качества образования. Предлагаются алгоритмы оценки качества, использующие нечеткую логику.

Введение. В условиях нарастающей конкуренции на рынке образовательных услуг на успех могут рассчитывать вузы, обеспечивающие образование высокого качества. Качество образовательных услуг становится гарантией привлекательности вуза и доверия потребителей. Высокое качество образования является одной из главных целей реформирования системы высшего образования. Эта цель провозглашается Болонской декларацией как приоритетная. Для повышения качества образования необходимо уметь его оценивать. Поэтому построение модели оценки образования является важной задачей. Проблема ее решения рассматривается в данной работе.

Постановка задачи. В [1] под качеством высшего образования понимается сбалансированное соответствие высшего образования (как результата, как процесса, как образовательной системы) многообразным потребностям, целям, требованиям, нормам (стандартам). При этом качество образования определяется системной совокупностью иерархически организованных, социально значимых сущностных свойств (характеристик, параметров) высшего образования. Показатели, описывающие такие свойства, приведены в [2].

1. Качество преподавательского состава.
2. Состояние материально-технической базы учебного заведения.
3. Мотивация преподавательского состава.
4. Качество учебных программ.
5. Качество студентов.
6. Качество инфраструктуры.
7. Качество знаний.
8. Инновационная активность руководства.
9. Внедрение процессных инноваций.
10. Востребованность выпускников.
11. Конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

12. Достижения выпускников.

Представленные показатели допускают декомпозицию и не измеряются в количественных шкалах. В других источниках [3,4,5] набор показателей может отличаться от приведенного. Возникает задача оценивания каждого из показателей и нахождения на их базе агрегированной оценки качества высшего образования. Такая оценка может использоваться как обратная связь в замкнутой системе управления качеством образования. При недостаточно высокой оценке качества образования необходимо внести изменения в образовательный процесс. Формального метода определения набора показателей не существует. Выбор показателей осуществляется экспертами и сильно зависит от их опыта и способности [6]. В [7] приведены требования к такому набору. Набор показателей должен быть полным, действенным, разложимым, избыточным и минимальным. Хотя сформулированные требования не противоречат здравому смыслу, они не являются конструктивными: воспользоваться ими для определения набора показателей не представляется возможным. Поэтому для оценки качества образования необходимо решить следующую задачу: разработать компьютерную систему, которая должна предоставлять возможность лицу, принимающему решение (ЛПР), методы и средства для выбора показателей, характеризующих качество образования, а также возможность использования качественных оценок для показателей нижнего уровня и на базе этих оценок нахождения интегрированной оценки.

Использование нечетких множеств в задачах оценки качества.

В задаче оценки качества образования будем использовать аппарат теории нечетких множеств, получивший также название нечеткой логики [6]. Нечеткая логика оперирует неточными, приближительными, примерными оценками. В рассматриваемой задаче будем использовать нечеткую логику по следующим причинам. Во-первых, из-за сложности самого понятия “качество образования” и трудностью формализации понятия качества традиционными математическими моделями. Во-вторых, потому что часть показателей оценивается в качественных шкалах. Нечеткая логика основана на использовании качественных характеристик естественного языка, например, «далеко», «близко», «мало», «много». В последнее время диапазон ее применения существенно вырос. Это объясняется тем, что многие современные задачи, в частности задачи управления, просто не могут быть решены классическими методами из-за очень большой сложности математических моделей, их описывающих. Однако использование нечеткой логики становится возможным при наличии соответствия между качественными характеристиками, которые в нечеткой логике называются лингвистическими (нечеткими) переменными (значениями) и математическими объектами – нечеткими множествами [8]. Совокупность качественных значений образует термножество лингвистических оценок переменной, в котором оценки

называются термами. Переменная, значения которой описываются лингвистическими оценками, называется лингвистической переменной. Из-за ограниченных способностей человека к хранению информации в кратковременной памяти и оперирования ею, считается, что достаточно 3-7 термов на каждую переменную.

При описании объектов с помощью нечетких множеств используются понятия нечеткой и лингвистической переменных.

Нечеткая переменная характеризуется тройкой $\langle \alpha, X, A \rangle$, где α - наименование переменной X - универсальное множество (область определения α),

A - нечеткое множество на X , описывающее ограничения (т.е. $\mu_A(x)$) на значения нечеткой переменной α . Здесь $\mu(x)$ - функция принадлежности, $0 \leq \mu(x) \leq 1$.

Лингвистической переменной называется набор $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, где β - наименование лингвистической переменной. T - множество ее значений (терм-множество), представляющих собой наименования нечетких переменных, областью определения каждой из которых является множество X . Множество T называется базовым терм-множеством лингвистической переменной. G - синтаксическая процедура (правило), позволяющая оперировать элементами терм-множества T , в частности, генерировать новые термы (значения). Множество $T \cup G(T)$ где $G(T)$ - множество сгенерированных термов, \cup - операция объединения, называется расширенным терм-множеством лингвистической переменной. M - семантическая процедура (правило), позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой G , в нечеткую переменную, т.е. сформировать соответствующее нечеткое множество.

Чтобы избежать большого количества символов символ β используют как для названия самой переменной, так и для всех ее значений; пользуются одним и тем же символом для обозначения нечеткого множества и его названия, например терм "молодой", являющийся значением лингвистической переменной $\beta =$ "возраст", одновременно есть и нечеткое множество M ("молодой").

Присвоение нескольких значений символам предполагает, что контекст позволяет разрешить возможные неопределенности.

Пример: Эксперт определяет толщину выпускаемого изделия с помощью понятий "малая толщина", "средняя толщина" и "большая толщина", при этом минимальная толщина равна 10 мм, а максимальная - 80 мм.

Формализация такого описания может быть проведена с помощью следующей лингвистической переменной $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, где

β - толщина изделия;

$T = \{ \text{"малая толщина"}, \text{"средняя толщина"}, \text{"большая толщина"} \};$

$X - [10, 80]$;

G - процедура образования новых термов с помощью связок "и", "или" и модификаторов типа "очень", "не", "более или менее". Например: "малая или средняя толщина", "очень малая толщина";

M - процедура задания на $X = [10, 80]$ нечетких подмножеств A_1 ="малая толщина", A_2 = "средняя толщина", A_3 ="большая толщина", а также нечетких множеств для термов из $G(T)$ в соответствии с правилами использования нечетких связок "и", "или" и модификаторов "не", "очень", "более или менее". Операция пересечения нечетких множеств A и B ($A \cap B$) соответствует связке "и", операция объединения ($A \cup B$) – "или", $CON A = A^2$, $DIL A = A^{0.5}$ Модификатор "очень" можно рассматривать как оператор концентрирования – $CON A = A^2 = \mu^2_A(x)$. Модификатор "более или менее" можно аппроксимировать с помощью оператора растяжения $DIL A = A^{0.5} = \mu^{0.5}_A(x)$.

Использование синтаксического правила, порождающего новые нечеткие значения в терм-множество алгоритмически, доставляет дополнительное удобство пользователю [8]. Рис. 1 и рис. 2 частично иллюстрирует сказанное.

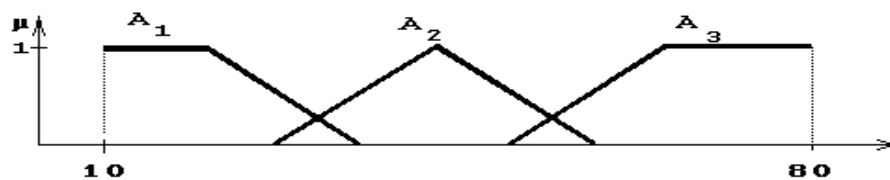


Рис. 1. Функции принадлежности нечетких множеств: "малая толщина" = A_1 , "средняя толщина" = A_2 , "большая толщина" = A_3 .

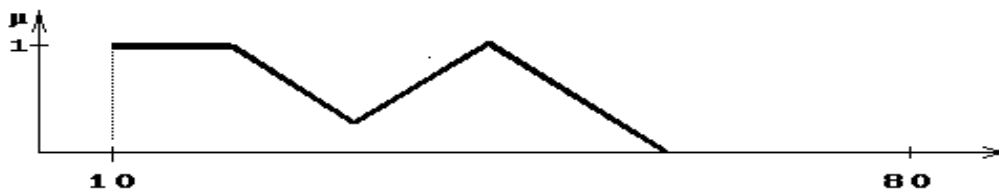


Рис. 2. Функция принадлежности объединения нечетких множеств A_1 и A_2 : нечеткое множество "малая или средняя толщина" = $A_1 \cup A_2$.

Выбор семантического правила M является ответственным моментом при решении прикладных задач. Этот выбор осуществляется на основе априорных знаний об объекте исследования. При этом в качестве универсального множества X может приниматься интервал изменения базовой переменной. Если базовую переменную x пронормировать следующим образом: $(x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$, то в качестве универсального множества X , на котором изменяется пронормированное значение переменной x , можно принять отрезок $[0, 1]$. Здесь x_{max} и x_{min} соответственно наибольшее и наименьшее значение переменной x . При этом в случае измерения свойства в количественной или порядковой шкале, можно в качестве максимального значения шкалы принять 1, и этому значению

поставить в соответствие максимальную интенсивность проявления свойства. Меньшим интенсивностям проявления оцениваемого свойства, в соответствии с [9], соответствуют значения шкалы из $[0, 1]$. В качестве первичных переменных из базового терм-множества T можно принять значения нечетких множеств, приведенные в литературе, например в [10]. При использовании нечеткой логики для построения математической модели целесообразно позволить ЛПР использовать лингвистические значения, предварительно предоставив ему возможность в удобной форме сопоставлять этим значениям нечеткие множества.

Нечеткая модель оценки качества как задача классификации.

Рассмотрим модель оценки качества, используя для этих целей задачу классификации в пространстве нечетких переменных. Пусть объект, качество которого оценивается, описывается иерархической структурой показателей. При этом q -ое свойство, характеризующее объект, описывается показателем q . Будем считать, что структура показателей состоит из H уровней. Тогда число показателей верхнего уровня $m(H)=1$, а число показателей первого уровня $m(1)=Q$. Подмножество показателей i -го уровня, от которых зависит j -ый показатель $i+1$ уровня, будем обозначать как $S^q(i)$. Задачу оценки качества сложного объекта сформулируем следующим образом. По известным значениям показателей 1-го уровня $\alpha_q^1(1)$, $q=1, \dots, Q$ необходимо определить значение обобщенного показателя качества верхнего H -го уровня $\alpha^1(H)$. Здесь верхние индексы n и l означают соответственно n -ую оценку из шкалы оценок q -го показателя 1-го уровня – $\mathfrak{D}_q(1)$ и l -ую оценку из дискретной шкалы оценок l -го показателя H -го уровня – $\mathfrak{D}_1(H)$. При этом предполагается, что значения показателей 1-го уровня могут быть получены либо с помощью инструментальных измерений, либо экспертно. Значения показателей качества, начиная со 2-го уровня и выше, должны быть получены с помощью формализованной процедуры, и при этом полученная оценка должна согласовываться с оценкой эксперта. Шкалы для измерения показателей 1-го уровня могут быть дискретными или непрерывными, а шкалы для измерения комплексных показателей, начиная со 2-го уровня, – дискретными, что вызвано ограниченными возможностями экспертов [9]. Тогда задачу оценки качества сложного объекта можно представить в виде последовательности задач нахождения комплексных оценок на каждом уровне, начиная со второго, по значениям нижележащих показателей: по значениям показателей $j(i)$, где $j(i)$ принадлежит множеству $S^q(i)$, найти оценку комплексного показателя $q(i+1)$. Комплекс аппаратуры КИ

Задача оценивания комплексного показателя формулируется следующим образом. Пусть задано множество градаций N проявления q -го свойства уровня $i+1$, определяемое шкалой $\mathfrak{D}_q(i+1) = \{\alpha_q^1(i+1), \dots, \alpha_q^N(i+1)\}$. Известно, что это свойство зависит от значений m показателей, принадлежащих $S^q(i)$. Для каждого k -го показателя i -го уровня $k(i)$ задано множество его возможных значений, определяемое

шкалой $\mathfrak{D}_k(i)$. Множество $Y_q(i) = \mathfrak{D}_1(i) \times \dots \times \mathfrak{D}_k(i) \times \dots \times \mathfrak{D}_m(i)$ представляет все гипотетически возможные состояния показателей уровня i , от которых зависит показатель $q(i+1)$. Предполагается, что определенной интенсивности проявления q -го свойства $i+1$ -го уровня соответствуют некоторые элементы из множества $Y_q(i)$. Требуется идентифицировать проявление соответствующей интенсивности свойства из $\mathfrak{D}_q(i+1)$ для любого состояния из $Y_q(i)$. Задача оценивания представляет собой задачу разбиения m -мерного пространства $Y_q(i)$ на N m -мерных упорядоченных областей (квантов), каждой из которых присваивают соответствующую оценку. Разбиение пространства $Y_q(i)$ на N областей можно рассматривать как задачу классификации, при которой точки пространства $Y_q(i)$, интерпретируемые как объекты, разделяются на классы (наборы объектов) таким образом, что сходство объектов внутри класса больше чем сходство объектов из разных классов. В рассматриваемой задаче под сходными объектами (объектами, входящими в один класс) надо понимать точки пространства $Y_q(i)$, в которых интенсивности проявления q -го свойства $i+1$ -го уровня входят в одну категорию. Для разделения пространства $Y_q(i)$ на N областей будем использовать модель диагностики. При этом предполагается, что для каждого диагноза (класса) существует идеальная точка, т.е. наиболее типичное состояние, которое представляют в виде центра класса. Рассматривая диагностируемое состояние как точку в пространстве показателей, вновь поступающий объект относят к тому классу, расстояние до центра которого минимально. Задачу классификации, используемую для получения комплексного показателя качества, будем решать с применением аппарата теории нечетких множеств. Это обстоятельство вызвано тем фактом, "что большинство реальных классов размыты по своей природе в том смысле, что переход от принадлежности к непринадлежности для этих классов скорее постепенен, чем скачкообразен. Так, для данного объекта x и класса F в большинстве случаев вопрос состоит не в том, принадлежит ли x к F , а в том, до какой степени x принадлежит к F " [10]. Степень выраженности (интенсивность проявления) q -го свойства $i+1$ -го уровня будем измерять в шкале $\mathfrak{D}_q(i+1)$, множество значений которых конечно, а сами значения представляют качественные характеристики и описываются нечеткими множествами. Для описания n -ой оценки интенсивности проявления q -го свойства $i+1$ -го уровня - $\alpha^n_q(i+1)$ в виде зависимости от $k(i)$ используем нечеткое множество, задав его функцию принадлежности на шкале $\mathfrak{D}_k(i)$. При этом значение функции принадлежности можно рассматривать в качестве характеристики степени соответствия $\alpha^l_k(i)$ оценке $\alpha^n_q(i+1)$. Количество нечетких множеств для всех показателей $k(i)$, входящих в подмножество $S^q(i)$, является одинаковым и равным числу градаций шкалы

$\mathfrak{D}_q(i+1) = \{\alpha^1_q(i+1), \dots, \alpha^N_q(i+1)\}$. Данные нечеткие множества строятся экспертами. Для этой цели желательно использовать удобный

графический интерфейс. Алгоритмы, применяемые при оценке комплексного показателя $q(i+1)$, различаются в зависимости от вариантов использования.

1. Показатели i -го уровня заданы четкими значениями на своих шкалах.

2. Значения показателей i -го уровня заданы нечеткими множествами.

1. В этом случае оцениваемое состояние Ψ описывается вектором $\alpha^0(i)$, элементами которого являются четкие значения показателей i -го уровня.

$$\alpha^0(i) = (\alpha^0_1(i), \dots, \alpha^0_l(i), \dots, \alpha^0_k(i)); \alpha^0_l(i) \in \mathfrak{D}_l(i); \{l(i)\} = S^q(i); l=1,2,\dots,k. \quad (1)$$

В качестве центра класса n , соответствующего оценке $\alpha^{n_q}(i+1)$, примем вектор

$$\alpha^n(i) = (\alpha^n_1(i), \dots, \alpha^n_l(i), \dots, \alpha^n_k(i)); \alpha^n_l(i) \in \mathfrak{D}_l(i) \quad (2)$$

Здесь $\alpha^n_l(i)$ такое значение показателя $l(i)$, для которого функция принадлежности оценке $\alpha^{n_q}(i+1)$ равна единице. Значение функции принадлежности $\mu^{n_q}(l)$ можно рассматривать в качестве степени соответствия (близости) состояния Ψ оценке $\alpha^{n_q}(i+1)$ в смысле показателя $l(i)$. Интегрированную характеристику близости состояния Ψ , описываемого вектором $\alpha^0(i)$, оценке $\alpha^{n_q}(i+1)$ определим с помощью выражения

$$\rho^q_{\Psi n} = \mu^{n_q}(1) * \dots * \mu^{n_q}(l) * \dots * \mu^{n_q}(k). \quad (3)$$

Знак $*$ может быть определен как операция нахождения минимума (в этом случае исходят из того, что степень соответствия комплексного показателя оценке $\alpha^{n_q}(i+1)$ не может превышать степени соответствия этой оценке каждого показателя $l(i) \in S^q(i)$); как алгебраическое произведение, являющееся более “мягкой” интерпретацией союза “И” [10].

Проделав процедуру, описываемую выражением (3), для всех $l(i) \in S^q(i)$, в качестве искомой оценки выбираем такую, характеристика близости $\rho^q_{\Psi n}$ для которой максимальна.

2. В случае, когда показатели $l(i)$ измеряются нечетко, в качестве центра класса n принимается вектор, состоящий из нечетких множеств, описываемых функцией принадлежности

$$(\mu^{an_q}(1), \dots, \mu^{an_q}(l), \dots, \mu^{an_q}(k)). \quad (4)$$

Здесь $\mu^{an_q}(l)$ - функция принадлежности, ограничивающая нечеткое множество, соответствующее оценке $\alpha^{n_q}(i+1)$, на универсальном множестве $\mathfrak{D}_l(i)$. Оцениваемое состояние Ψ описывается вектором $A^\Psi(i)$, элементами которого являются нечеткие значения показателей i -го уровня.

$$A^\Psi(i) = (\mu^\Psi(1), \dots, \mu^\Psi(l), \dots, \mu^\Psi(k)). \quad (5)$$

В выражении (5) $\mu^\Psi(l)$ функция принадлежности, описывающая нечеткое множество, соответствующее оцениваемому состоянию Ψ , на универсальном множестве $\mathfrak{D}_l(i)$.

В данном случае в качестве меры близости нечетких множеств можно

использовать различные варианты, приведенные в литературе [6,8,10]. Как и в [10], в работе предлагается использовать в качестве меры близости двух нечетких множеств $\mu^{an}_q(l)$ и $\mu^v(l)$ верхнюю грань пересечения функций принадлежности

$$Q(\mu^{an}_q(l), \mu^v(l)) = \sup \min [\mu^{an}_q(l); \mu^v(l)]. \quad (6)$$

Такая процедура особенно удобна, когда функции принадлежности заданы аналитически.

При этом искомое значение определяется путем решения уравнения, полученного путем приравнивания функций $\mu^{an}_q(l)$ и $\mu^v(l)$.

С помощью выражения (6) находится степень близости каждой компоненты вектора состояния n -ой оценке. Интегрированную характеристику близости состояния Ψ оценке n можно получить, используя различные свертки [6,8,10,11]. Приоритеты критериев учитываются с помощью весовых коэффициентов. Проведя подобные вычисления для всех N оценок шкалы $D_q(i+1)$, как и в предыдущем случае в качестве искомой оценки выбираем ту, интегрированная характеристика близости для которой максимальна.

Использование нечеткого вывода в модели оценки качества.

Задача оценки качества, использующая знания эксперта, может быть формализована использованием продукционных правил, связывающих лингвистические переменные. Большинство нечетких систем используют продукционные правила для описания зависимостей между лингвистическими переменными. Типичное продукционное правило состоит из условия (часть ЕСЛИ ...) и вывода (часть ТО ...). Условие может содержать более одной посылки. В этом случае они объединяются посредством логических связок И или ИЛИ. Процесс вычисления нечеткого правила называется нечетким логическим выводом и подразделяется на два этапа: обобщение и заключение. Пусть мы имеем следующее правило:

ЕСЛИ "Качество преподавательского состава"="Хорошее"

И "Знания студентов"="Хорошие"

И "Востребованность выпускников"="Высокая"

ТО "Качество образования"="Хорошее"

На первом шаге логического вывода, который является обобщением знаний экспертов, необходимо определить функции принадлежности всего условия рассматриваемого правила. Для этого в нечеткой логике, как правило, используют два оператора: $\text{MIN}(\dots)$ и $\text{MAX}(\dots)$. Первый вычисляет минимальное значение функции принадлежности, а второй - максимальное значение. Когда применять тот или иной оператор, зависит от того, какой связкой соединены посылки в правиле. Если использована связка И, применяется оператор $\text{MIN}(\dots)$. Если же посылки объединены связкой ИЛИ, необходимо применить оператор $\text{MAX}(\dots)$. В литературе приведены и другие варианты формализации связок И и ИЛИ [10]. Этот шаг, по сути дела, предназначен для построения модели объекта, которая в нечеткой логике представляется нечетким отношением. Пусть $X = \{x_1, \dots, x_2, \dots, x_i\}$ и

$Y = \{y_1, \dots, y_2, \dots, y_m\}$. Нечетким отношением R называется нечеткое множество, определенное на декартовом произведении $X \times Y$, которому соответствует функция принадлежности $\mu^R : X \times Y \rightarrow [0, 1]$; $\mu^R(x, y)$ отражает соответствие $x \in X$ и $y \in Y$ нечеткому отношению

$$R = A \times B = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m (\mu^A(x_i) \wedge \mu^B(y_j)) / (x_i, y_j). \quad (7)$$

Здесь $A \subseteq X, B \subseteq Y$ – нечеткие множества, заданные на универсальных множествах X и Y ; \wedge означает оператор MIN, \sum – объединение элементов; $x_i \in X; y_j \in Y$ дискретные значения на универсальных шкалах соответственно X и Y .

Нечеткое отношение R формируется на основе правил продукции. Для правила, приведенного выше, нечеткое отношение имеет вид

$$R = A \times B \times C \times D = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N (\mu^A(x_i) \wedge \mu^B(y_j) \wedge \mu^C(w_k) \wedge \mu^D(q_n)) / (x_i, y_j, w_k, q_n). \quad (8)$$

Здесь $A \subseteq X, B \subseteq Y, C \subseteq W$ – нечеткие множества, описывающие значения показателей в части ЕСЛИ (в нашем случае для трех показателей нечеткие множества описывают лингвистические значения “Хорошее”, “Хорошие”, “Высокая” но на разных универсальных множествах), $D \subseteq Q$ – нечеткое множество, описывающие значения показателей в части ТО (в нашем примере имеется одно нечеткое множество, соответствующее лингвистической оценке “Хорошее”); x_i, y_j, w_k, q_n – дискретные значения на соответствующих шкалах. Полученное в результате выполнения (8) значение функции принадлежности соответствует степени совместимости условия и вывода для каждого набора (x_i, y_j, w_k, q_n) из декартового произведения $X \times Y \times W \times Q$. Правила, подобные вышеприведенным, формулирует специалист, хорошо знающий предметную область. Набор правил, представляет собой ту информацию, на базе которой формализуется модель объекта. При этом набор правил должен удовлетворять условию полноты и непротиворечивости. Содержательно это означает, что для каждого текущего состояния (x_i, y_j, w_k, q_n) существует хотя бы одно управляющее правило, функция принадлежности которого отлична от нуля. Непротиворечивость системы правил трактуется как отсутствие правил, имеющих сходные посылки и различные взаимоисключающие следствия. Для каждого правила из набора, сформулированного экспертом, получаем нечеткое отношение (8). Будем обозначать его индексом, соответствующим порядковому номеру правила: $R_i, i=1, 2, \dots, N$, где N – количество правил. Совокупность всех правил (модель оценки качества) представляется в виде обобщенного нечеткого отношения

$$R = \bigcup_{i=1}^N R_i \quad (9)$$

с функцией принадлежности для каждого набора $(x_i, y_j, w_k, q_n) \in X \times Y \times W \times Q$, определяемой как

$$\mu^R(x_i, y_j, w_k, q_n) = \bigcup_{i=1}^N \mu^{R_i}(x_i, y_j, w_k, q_n). \quad (10)$$

Операция $\bigcup_{i=1}^N$ означает нахождение максимального элемента из $i=1, 2, \dots, N$. Используя модель оценивания (9), для любого входного условия, даже не встречавшегося в правилах, сформулированных экспертом, на основе композиционного правила вывода

$$A' = (A' \times B' \times C') \circ R \quad (11)$$

получим нечеткое множество D' , соответствующее оценке качества. В выражении (11) знак \circ означает MAX-MIN композицию, т.е. нахождения MIN по всем наборам (x_i, y_j, w_k) при определенной величине q_n . MAX в (11) берется по $q_n \in Q$. Значения A', B', C' соответствуют нечетким множествам, описывающим оцениваемую ситуацию. Полученный результат D' требует интерпретации. При этом полученный результат можно отнести к одной из оценок $D_i \subseteq Q, i=1, 2, \dots, L$, используя для этой цели, как и предыдущем разделе, задачу классификации. Другой подход называется дефаззификацией и предназначен для избавления от нечеткости. Для этого существует несколько методов: метод центра максимума, метод наибольшего значения, метод центроида [10]. При использовании этого подхода на шкале оценок определяется четкое значение оценки. Как видно из (8), при нахождении нечеткого отношения используются дискретные значения на универсальных шкалах, хотя сами шкалы могут быть и непрерывными. Это вызвано особенностью алгоритма (8), который лишь в простейших случаях допускает аналитическую реализацию. Несмотря на кажущуюся простоту, построение нечеткого отношения сопряжено с вычислительными трудностями. Пусть для описания объекта с помощью правил продукции используется 7 показателей (это совокупность входных-выходных показателей). На шкале изменения каждого показателя зададим 100 дискретных значения. Тогда, для сохранения модели объекта в виде нечеткого отношения, потребуется 100^7 байт памяти, или 10^5 Гбайт (в случае, если для функции принадлежности запоминать лишь два разряда после запятой, т.е. обходиться одним байтом). Понятно, что в настоящий момент это нереализуемо. Предлагается следующий вариант для реализации алгоритма. Пусть на шкале, разбитой на 100 дискрет, заданы пять нечетких множеств, характеризующих интенсивность проявления определенного свойства. В этом случае примерно для 20 дискрет функция принадлежности будет отлична от нуля. При выполнении первой части композиционного правила вывода (11) - реализации оператора MIN окажется, что те наборы дискретных значений декартового произведения, которые содержат дискреты, имеющие для входных данных нулевые

значения функции принадлежности, также будут иметь функции принадлежности, равные нулю. Поэтому часть нечеткого отношения, содержащую дискреты, имеющие для входных данных нулевые значения функции принадлежности, можно не хранить в памяти. Таким образом, нечеткое отношение строится не на всем декартовом произведении шкал показателей, а на его подмножестве. В этом случае для рассмотренного примера, если считать, что лишь на пятой части шкалы значения функции принадлежности отличны от нуля, размер необходимой памяти будет равен 20^7 , т.е. 1,3 Гбайта. Однако, выигрывая в памяти, мы проигрываем в скорости: теперь для нахождения оценки при других входных условиях, необходимо вновь находить нечеткое отношение.

Заключение. В данной работе рассматриваются возможные подходы к задаче оценки качества образования. Для решения этой задачи используется аппарат теории нечетких множеств. Рассмотренные идеи по оценке качества были реализованы программно. При этом использовался графический интерфейс, который в удобной форме позволяет задавать и редактировать функции принадлежности, задавать правила продукции, определять конечную оценку.

Литература

1. Растопшина И.А. Деятельность негосударственных вузов по повышению качества подготовки специалистов.- М.: Изд-во МосГУ, 2006.
2. Ресурс internet: http://www.psyline.ru/articles/4902_pokazатели-kachestva-obrazovaniya.aspx
3. Борисова Е. Качество образования и место высшей школы в обществе/ Е.Борисова//Alma Mater/Вестник высшей школы. 2003. №11. С.9-14.
4. Кликунов Н. К проблеме оценки качества подготовки специалистов/ Н.Кликунов//Alma Mater/Вестник высшей школы. 2002. №4. С.9-12.
5. Куцев Г.Ф. Обеспечение качества высшего образования в условиях рыночной экономики//Педагогика. 2004. №3. С.12-23.
6. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений.- М.: СИНТЕГ, 1998. - 376с.
7. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. - М.: Радио и связь, 1981. -560с.
8. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976. -165с.
9. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. - М.: Статистика, 1980. - 263с.
10. Кафаров В.В., Дорохов И.Н., Марков Е.П. Системный анализ процессов химической технологии. Применение метода нечетких множеств. - М.: Наука, 1986. - 360с.
11. Терехина А.Ю. Анализ данных методами многомерного шкалирования. - М.: Наука, 1986. - 168с.

Колчков В.И.

Московский государственный машиностроительный университет
(МАМИ),
профессор кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация»
micr@bk.ru

Практика создания и применения образовательного интернет-ресурса

Аннотация

В статье показаны возможности открытых образовательных интернет-ресурсов. Обоснована основная цель их создания - повышение качества и доступности образования. Показаны пути развития открытых интернет-ресурсов. Определено их место в образовательном процессе в сочетании с традиционными средствами обучения. Отмечена роль преподавателя в разработке и размещении в Интернете собственных проектов. Изложен опыт создания и применения открытого консультационно-информационного образовательного Интернет-ресурса «Точность-Качество» как независимой информационной среды, так и в качестве электронного информационного приложения к учебнику.

Электронный ресурс и классический учебник.

Применение информационных технологий в образовательном процессе позволяет создать условия для оптимального сочетания различных технических и методических возможностей обучения. К достоинствам электронных средств обучения и, в частности, электронных ресурсов, следует отнести: расширение индивидуализации обучения; большую вариативность представления учебного материала; возможность моделирования практических работ, связанных проведением многократных опытов, например измерений, и целый ряд других.

Учебник в методической литературе определяется как основное средство обучения и противопоставляется второстепенным средствам - пособиям для обучаемого или преподавателя. Теория учебника разрабатывалась в то время, когда основным носителем информации была книга, поэтому обеспечение взаимодействия печатного учебника и дидактических материалов на электронных носителях вызывает необходимость развития новых подходов в сфере образовательного процесса.

В настоящее время средства информационных технологий начинают активно применяться как инструмент образования, однако имеющиеся программные продукты не всегда вписываются в существующую схему проведения занятия. Поэтому возникает необходимость подстраивать под них учебный процесс. При этом следует учитывать, что процесс

модернизации образования длительный и требует учёта всех особенностей конкретной ситуации, в частности, преподаваемой дисциплины, технических возможностей, целесообразности и т. д.

Комплексное интегрирование в систему образования новых информационных технологий ставит вопрос о рациональном распределении всего объема курса между традиционным учебником и электронным приложением к нему. Классический учебник - центральное звено обучения, он выполняет управляющие функции по отношению ко всем остальным составляющим учебно-методического комплекса, он традиционно лучше приспособлен для вдумчивого чтения, осмысления написанного, понимания прочитанного и повторения усвоенного. Возможно, поэтому электронный учебник, по нашему мнению, в обозримом будущем едва ли заменит традиционный, а только дополнит его теми элементами, которые печатный учебник реализовать не может. Его отличие от традиционного учебника - это значимая наглядность, красочность и динамичность представляемого материала, что существенно повышает мотивацию к учению. Электронный ресурс позволяет активно оперировать необходимой информацией, работать с моделями реальных процессов, самостоятельно проверять степень усвоения пройденного материала с помощью тестирования. Электронный образовательный ресурс может частично взять на себя функции преподавателя (интерактивность, взаимодействие, контроль) и печатного учебника (наличие информации, стремление к самостоятельному изучению материала).

В настоящее время происходит структуризация рынка разработчиков образовательных ресурсов. Увеличился интерес к электронным изданиям со стороны традиционных учебных издательств, но при этом неактивно привлекаются к разработке электронных версий авторы традиционных учебников. Разработка электронных приложений часто сводится к повторению структуры и формата печатного учебника - в нем те же страницы, но уже электронные, с выделенными "активными зонами", "кликнув" на которые, обучаемый получает дополнительную информацию или выполняет задания. На самом деле проблема выходит за эти рамки и необходимо при разработке электронного ресурса максимально реализовать его преимущественные возможности.

Основные отличительные признаки электронного ресурса от печатного учебника, на наш взгляд состоят в следующем:

1. Каждый печатный учебник (на бумажном носителе) рассчитан на определенный исходный уровень подготовки обучаемых и предполагает конечный уровень обучения. По многим общепрофессиональным предметам имеются учебники обычные (базовые), повышенной сложности, факультативные и др. Электронный ресурс по конкретному учебному предмету может содержать материал нескольких уровней сложности. При этом он будет весь размещен на одном электронном носителе, содержать иллюстрации и анимацию к тексту, многовариантные задания для

проверки знаний в интерактивном режиме для каждого уровня.

2. Наглядность в электронном ресурсе значительно выше, чем в печатном учебнике. Наглядность обеспечивается использованием при создании электронных учебников мультимедийных технологий: анимации, звукового сопровождения, гиперссылок, видеосюжетов и т.п. Например, в учебнике по метрологии дается общая информация о тех или иных измерениях, а на компьютере можно наблюдать действия оператора при их проведении, движение отдельных элементов средства измерения, зафиксировать измерительную позицию и др.

3. Электронный ресурс обеспечивает разнообразие проверочных заданий, тестов, позволяет все задания и тесты давать в интерактивном и обучающем режиме. При неверном ответе можно давать верный ответ с разъяснениями и комментариями.

4. Электронные ресурсы являются по своей структуре открытыми системами. Их можно дополнять, корректировать, модифицировать в процессе эксплуатации.

Разработка Интернет-ресурса

В настоящее время можно говорить о тенденции слияния образовательных и информационных технологий. Не проводя сравнительного анализа локальных и глобальных сетевых технологий, можно утверждать, что последние обладают значительно более широкими возможностями и позволяют формировать на основе Интернета принципиально новые интегрированные технологии обучения. Развитие и распространение информационных технологий в различных сферах человеческой деятельности, а также неуклонно возрастающая доступность Интернета для разных слоев общества, позволяет сделать вывод о возможности широкого применения интернет-технологий в сфере образования, что является составляющей перехода от индустриального к информационному обществу. Развитие сетевых информационных технологий направлено на повышение возможностей и доступности распространения и получения информации, что открывает большие перспективы в сфере образования. Это потребует развития, а в некоторых случаях и изменения не только форм образования, но и технологии обучения, в частности, методов распространения и получения знаний, при этом появляются новые возможности обновления содержания материала, а также расширения доступа к дополнительному образованию. Изменяется и роль преподавателя в учебном процессе, повышается эффективность взаимодействия с аудиторией, что способствует лучшему восприятию переданной информации и трансформированию её в знания, в понимание, умение, навыки. Роль преподавателя должна сместиться в сторону большего участия в управлении познавательным процессом, своевременной модернизации преподаваемого курса, дистанционному консультированию самостоятельных работ обучаемых и др. Управление включает интерактивное взаимодействие обучаемых и преподавателя,

предполагающего обмен информацией всеми подходящими для данных условий современными средствами. Интерактивное взаимодействие помогает студенту включиться в творческий процесс, мотивирует активную работу, направленную на получение знаний, желание самореализации и состоятельности каждого проявляется в группе всех участников образовательного процесса.

Участнику системы образования необходимо иметь доступ к тем знаниям, в которых он нуждается и в первую очередь для духовного и профессионального роста, а также формирования мировоззренческих позиций в современном информационном обществе. Получение знаний и дальнейшее их практическое применение в процессе обучения в значительной мере будет зависеть от степени открытости образовательных и научных ресурсов. Возникает потребность сделать доступ к образованию максимально открытым.

Формально процесс обучения можно представить в виде прямых и обратных взаимодействий участников учебного процесса: преподаватель - студент; студент - преподаватель; преподаватель - лекции - практические занятия - консультации - студент; студент - все виды самостоятельной работы - посещение лекций, практических занятий - преподаватель - все формы контроля знаний.

Из представленной последовательности можно сделать вывод о возможности формализации отдельных стадий процесса обучения. При этом повышение качества образования будет достигнуто именно за счет этой формализации, на основе повышения эффективности взаимодействия преподавателя со студентом на всех этапах, в большей или меньшей степени на каждом из них. Этого можно достичь на основе пропорционального, зависящего также и от формы обучения, использования информационных Интернет-ресурсов.

Основные цели, которые ставились нами при разработке образовательного консультационно-информационного интернет-ресурса «Точность-Качество» следующие:

- 1) доступность учебных материалов и консультационно-информационных ресурсов для всех заинтересованных лиц независимо от временного промежутка и местонахождения;
- 2) возможность создания элементов информационно-коммуникативной среды образовательного учреждения;
- 3) создание комфортной среды обучения, как для преподавателя, так и для студента одним из условий которой является оперативный доступ к новейшим учебным материалам;
- 4) включение в образовательный процесс людей, имеющих ограничения по здоровью;
- 5) выравнивание возможностей получить образование для различных социальных групп населения;
- 6) возможность оптимизации количества специализированных

аудиторий в учебном заведении за счет перенесения некоторых составляющих образовательного процесса, например, рубежного контроля, зачетного тестирования и др. в любые другие условия, где есть Интернет.

Основным условием при создании интернет-ресурса была его максимальная автономность. На практике это означает, что все программные решения и действия выполняются на удалённом сервере, т.е. клиентские модули на ПК обучаемого (пользователя) устанавливать нет необходимости. Это следует из того факта, что установка таких модулей в ряде случаев нежелательна, а иногда и просто запрещена админом.

Практика применения интернет-ресурса

Практика применения консультационно-информационного ресурса "Точность-Качество" (<http://micromake.ru>) подтвердила правильность вышеупомянутых положений. Здесь же отметим, что создание такого Ресурса требует определенных знаний не только, что естественно, предмета, но и определенного умения в разработке внешнего оформления, создания надлежащей навигации, а самое главное - поддержание интернет-ресурса на достаточном уровне, соответствующем его назначению. Образовательный ресурс «Точность-Качество» предназначен студентам, аспирантам, инженерам, а также работникам, занятым в сфере производства. Ресурс предусматривает возможность интерактивного взаимодействия преподавателя со студентами on-line, благодаря внутренним возможностям сервера (контакты, сообщения, форум, чат), а также дополнительно (при возможности установки на ПК пользователя): Skype, ICQ, E-mail. Ресурс содержит возможность самоконтроля и тестирования. Из приведенного описания Ресурса можно сделать вывод о достаточно широком спектре взаимодействия в процессе обучения. Конечно, знакомство с Ресурсом вызовет у ряда преподавателей закономерное сомнение, в том, что цель может не оправдать те физические, интеллектуальные, а иногда и материальные затраты, которые необходимо вложить конкретному преподавателю. Обращаем внимание, что основные действия должны исходить именно от конкретного преподавателя, т.к. имеющиеся технические и людские возможности образовательного учреждения в полной мере не заменят преподавателя, ввиду его уникальных профессиональных особенностей. В этом смысле Ресурс также должен быть в определенной степени уникален и поэтому требует от преподавателя значительных трудозатрат. Но как раз в этом случае и произойдет слияние образовательных и информационных технологий. Следует сделать вывод, что применение информационных интернет-технологий - это движение в направлении повышения качества обучения путем повышения эффективности взаимодействия преподавателя со студентом на этапах образовательного процесса и одновременном расширении возможностей этого взаимодействия. При этом существенно повышается комфортность труда как для студента, так и для преподавателя.

Приведём примеры применения отдельных модулей Ресурса в учебном процессе на примере общепрофессиональных дисциплин технического профиля: «Метрология, стандартизация и сертификация», «Основы взаимозаменяемости», «Технология машиностроения».

При изучении перечисленных дисциплин необходимо выполнить самостоятельные работы: по сертификации оборудования; провести аудит конструкторско-технологической документации; провести метрологическую экспертизу и поверку средств измерений; выполнить расчеты точности и др. Все они могут предусматривать статистическую обработку массива случайных чисел.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ДАННЫХ К САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ РАБОТАМ

Массив случайных значений физической величины

Физич. величина (ФВ) $X =$ 1 Половина размаха ФВ $0.5 |R| =$ 2

Число наблюдений $N =$ 3 4

Результаты наблюдений 5

Эмпирические параметры выборки

Центр группирования $MX =$ 6

Мах отклонение от среднего $|V| =$ 7

Рис. 1. Формирователь результатов наблюдений

Для решения подобных задач в Ресурсе предусмотрен модуль формирования исходных данных. Так, например, при выполнении студентами курсовой работы «Сертификация оборудования системы жизнеобеспечения населенного пункта» требуется провести статистическую обработку результатов многократных равноточных измерений. Цель - анализ состояния технологического процесса обработки и контроля деталей, входящих в ответственные соединения. Действия по формированию массива результатов наблюдения пояснено на странице <http://micromake.ru/old/msis/zadankrmsis/slCIFri.htm> на примере обработки вала. На рис. 1 представлен формирователь, позволяющий получить базу данных, представляющих собой либо генеральную совокупность, либо выборку случайных чисел. Например, в окне 1 указывается номинальный размер, в окне 2 предполагаемый диапазон рассеяния, выбранное число измерений N , ставится в окне 3, при нажатии кнопки 4 в окне 5 получаем результаты наблюдений. Далее полученные результаты эксперимента копируются в Excel и проводится статистическая обработка результатов наблюдений. Подобные задачи встречаются и в других дисциплинах. Массив случайных физических величин (ФВ) может состоять из геометрических, механических, электрических и других ФВ.

В процессе обучения у студентов возникают вопросы, связанные с выполнением разделов учебного плана. Оперативное реагирование на них со стороны преподавателя обеспечивается модулем «Контакты» <http://www.micromake.ru/index.php?page=kontakt>, где накоплена большая база вопросов и ответов на них. Кроме модуля «Контакты», предусмотрена возможность обращения с последующим получением ответа по e-mail.

Интерактивность общения дополняется модулями «Форум» и «Тьютор» (требуется авторизация). Преподаватель-тьютор общается со студентом в чате или на форуме <http://micromake.com>.

Во всех случаях решается определенный круг задач, связанных с высвобождением времени преподавателя для осуществления индивидуального подхода к студенту, содействием самостоятельной и творческой работе студента, а также поддержкой коллективной работы группы (Форум). Преподаватель по-прежнему остается главным звеном процесса обучения, с важнейшими функциями поддержки мотивации и интерпретации обучения группы или конкретного студента. В тоже время, электронная образовательная среда способствуют формированию и новой роли преподавателя. В такой высокоинформативной среде преподаватель и студент равны в доступе к информации, содержанию обучения, поэтому преподаватель уже не может быть единственным источником фактов, идей, принципов и другой информации, его новая роль в обучении - это наставник (тьютор).

Модуль «Видео» <http://www.micromake.ru/old/media/media.htm> - позволяет изучать взаимодействие инструмента и обрабатываемой детали или функционирование механизмов и узлов энергетических машин.

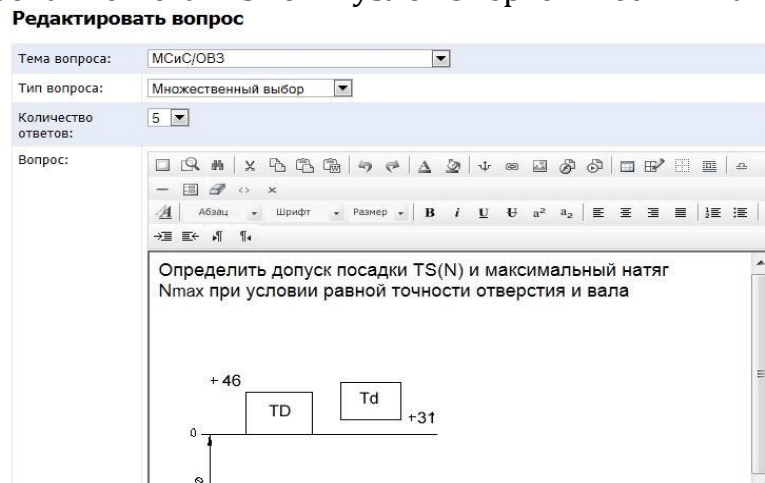


Рис. 2. Редактор вопросов теста

Ресурс позволяет самостоятельно проверять степень усвоения пройденного материала с помощью тестирования для этого предусмотрен многофункциональный, настраиваемый преподавателем по различным параметрам модуль «Тест» <http://micromake.ru/tests/index.php>. Вход на модуль «Тест» осуществляется по логину и паролю, которые могут быть выданы по запросу. На рис. 2 представлена позиция редактирования вопроса с возможностью выбора типа вопроса: «Множественный выбор», «Множество ответов», «Истина/Ложь», «Прямой ввод», «Эссе (произвольный ответ)». Устанавливается количество ответов. Выбирается шкала оценок: пятибалльная, пройдено/не пройдено, ECTS или др. При необходимости ограничивается время прохождения тестов, перемешиваются вопросы, ответы и др. Возможен самоконтроль и анализ

своих ответов. При необходимости студент может воспользоваться электронным учебным пособием и методическими указаниями по изучению дисциплины, где даны темы и соответствующие им наименования дидактических единиц по ГОС, а также приведены ссылки на разделы электронного учебного пособия.

Важной функцией модуля является анализ разработанных преподавателем вопросов. На рис 3. представлена позиция, показывающая статистику по одному из вопросов теста. Здесь видно, что по данному вопросу почти все неправильные ответы относятся к одной формулировке ответа, что означает необходимость выяснения причины этого факта. Как правило, вопросы и составляются с некоторой «ловушкой», позволяющей выяснить «заблуждение» большинства студентов при трактовке тех или иных свойств объекта, в данном примере – свойств системы допусков и посадок.

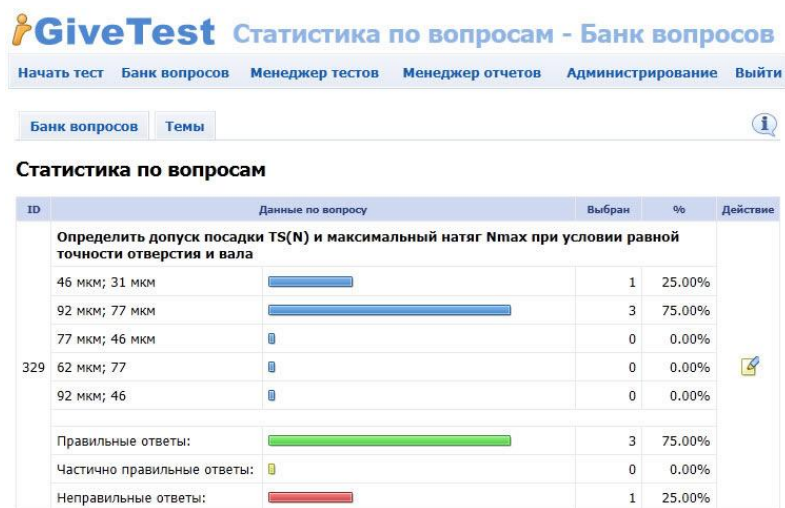


Рис. 3. Статистика по вопросам

Результаты тестирования студент видит на своей личной странице в виде количества правильных ответов (баллов), доли правильных ответов и оценки по установленной преподавателем шкале.

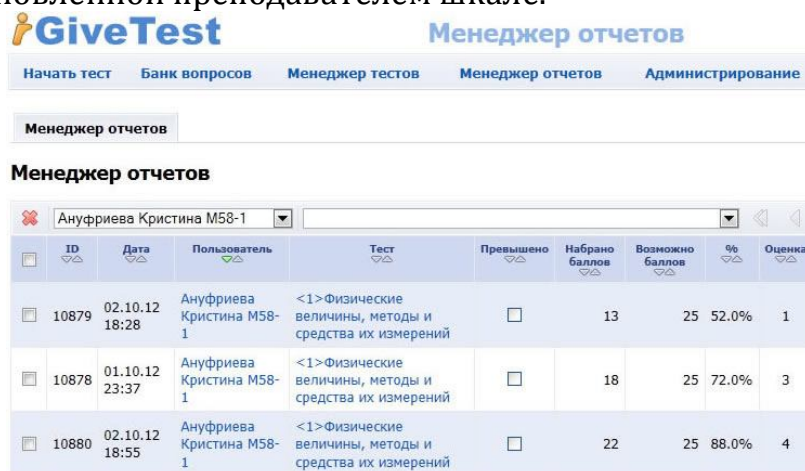


Рис. 4. Результаты тестирования

Установленный на сервере ресурса модуль «Watch» позволяет

преподавателю проводить анализ индивидуальной работы каждого студента при посещении Ресурса: просмотренные страницы, время просмотра.

Интернет-ресурс «Точность-Качество» как информационное приложение к учебнику

Создание электронного ресурса — решение хотя и исключительно важной, но лишь части проблемы, необходима привязка к печатному изданию в виде учебника или учебного пособия. Нами проводилась разработка указанных вопросов и апробирование ряда решений на практике. Одновременно с написанием учебника параллельно создавался интернет-ресурс, таким образом, чтобы материал этих источников дополнял друг друга и был взаимосвязан. Ресурс разрабатывался как сетевое электронное приложение с функциональными возможностями: on-line тестирование, общение, оперативная информация, просмотр медиаматериалов, моделирование процессов и т.д. Результат - учебник (гриф МО РФ) «Метрология, стандартизация и сертификация» М.: Владос, 2010. 400 с. и электронное приложение к нему «Консультационно-информационный ресурс «Точность-Качество», зарегистрированный в качестве открытого для свободного доступа в ФГУП «Научно-технический центр Информрегистр», за № 0220611114, сетевой адрес: <http://www.micromake.ru> можно считать попыткой создания взаимосвязанного образовательного материала, в котором в определённой пропорции значимые функции выполняют печатный учебник и электронный интернет-ресурс.

Литература

1. Кейптаунская Декларация Открытого Образования: Открывая будущее открытым образовательным ресурсам (сент. 2007) (<http://www.capetowndeclaration.org/translations/russian-translation>)
2. Государственная программа Российской Федерации "РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ" на 2013-2020 годы (проект)

Милов В.Р.,

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.
Алексеева,
заведующий кафедрой «Электроника и сети ЭВМ»
vladimir.milov@gmail.com

Егоров Ю.С.,

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.
Алексеева,
инженер кафедры «Электроника и сети ЭВМ»
ckar@list.ru

Алипова Н.А.

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.
Алексеева,
ассистент кафедры «Электроника и сети ЭВМ»
alipovana@mail.ru

Формирование учебного контента в интеллектуальной системе поддержки информационных процессов подразделения ВУЗа

Аннотация

Функционирование современного ВУЗа в постоянно изменяющихся информационных условиях требует не только эффективной обработки больших объемов данных и оперативного принятия решений, но и достаточной гибкости информационной структуры как ВУЗа в целом, так и его отдельных подразделений (факультетов / институтов и кафедр).

С целью поддержки функционирования подразделений ВУЗа (в частности кафедр), особенно при переходе на ФГОС 3, возникает острая необходимость в разработке системы поддержки информационных процессов, которая позволила бы не только централизованно хранить явные знания подразделения в удобном формате, позволяющем эффективно использовать эти знания, но и способствовала превращению отдельных элементов явных знаний в неявные.

Внедрение подсистемы автоматизированного формирования учебного контента в информационные процессы ВУЗов в рамках разрабатываемой системы поддержки информационных процессов должно повысить эффективность и качество работы сотрудников и обучения студентов. Ожидается, что развиваемый подход к формированию учебного контента, основанный на разработке процедур обработки неструктурированной, разнородной информации с помощью автоматизированной подсистемы позволит повысить эффективность

получения знаний и их актуализацию за счет объединения формализуемых и неформализуемых знаний. Применение предложенного подхода будет способствовать интеллектуализации процессов обработки информации и ее оптимизации.

Внедрение системы поддержки информационных процессов кафедры которая позволит автоматизировать обновление явных и неявных знаний ВУЗа, позволит повысить эффективность работы сотрудников, как в области организации учебного процесса, так и в научно-исследовательской деятельности.

Функционирование современного ВУЗа в постоянно изменяющихся информационных условиях требует не только эффективной обработки больших объемов данных и оперативного принятия решений, но и достаточной гибкости информационной структуры как ВУЗа в целом, так и его отдельных подразделений (факультетов / институтов и кафедр).

Согласно модели «спираль знаний» в рамках организации существует два вида знаний – формализованные (явные) и неформализованные (неявные):

- **формализованные знания** содержатся в письмах, докладах, отчетах (то есть могут быть отображены в виде документов);
- **неявные знания** являются экспертными и интуитивными знаниями, ощущениями, впечатлениями, мнениями (то есть «субъективное знание, накапливающееся в головах людей»).

При изменении внешних условий функционирования организации возникает необходимость обновления, как формализованных (явных) так и неформализованных (неявных) знаний, причем первые обновляются быстрее и проще вторых. В связи с этим на определенном этапе может возникнуть конфликт обновленных явных знаний (соответствующих новым условиям функционирования организации) с неявным знанием сотрудников, не успевшим перестроиться на новые условия. В результате часть сотрудников (особенно те, кто на протяжении долгого времени выполняет один и тот же набор обязанностей в рамках организации/подразделения) продолжают работу на базе «устаревших» неявных знаний. Это приводит к снижению эффективности труда, необходимости многократно исправлять и переделывать ту или иную работу, вследствие чего и к невозможности выполнить в срок отдельные задачи, особенно те, сроки выполнения которых в новых условиях изменились.

В связи с переходом на новые образовательные стандарты высшего профессионального образования высшие учебные заведения поставлены в новые условия функционирования, в связи с чем, возникла необходимость обновления как формализованных (явных) так и неформализованных (неявных) знаний подразделений (самих ВУЗов, факультетов/институтов,

кафедр).

К явным знаниям в случае обеспечения учебного процесса в ВУЗе относятся: образовательные стандарты высшего профессионального образования, учебные планы, построенные в соответствии с этими стандартами, примерные основные образовательные программы высшего профессионального образования, рабочие программы дисциплин, учебно-методические комплексы, учебный контент (методические указания, учебные пособия, данные электронных образовательных информационных ресурсов) данные по НИР, приказы, распоряжения, поручения и т.д.

К неявным знаниям относится многолетний опыт работы сотрудников кафедр, отвечающих не только за преподаваемые ими дисциплины и научно-исследовательские работы, но, что более ощутимо, отвечающих, в том числе, и за своевременную подготовку поручений и различных приказов (о составе ГАК, о закреплении дисциплин, о назначении на практику, об утверждении тем ВКР и т.д.)

Обновление **явных знаний** в рамках подразделения ВУЗа начинается с изменения внешних условий, так например, каждые 3-5 лет происходит изменение образовательных стандартов. В настоящее время осуществлен переход на ФГОС 3. Каждый ВУЗ получает новые стандарты, на основании которых в нем начинается подготовка (изменение) документации, касающейся учебного процесса в новых условиях. На уровне кафедр разрабатываются учебные планы в соответствии с новыми стандартами (полученными извне организации) а так же с направлениями и профилями (определяемыми в рамках факультета/ института). Так же на уровне кафедр разрабатываются рабочие программы по дисциплинам, читаемым преподавателями кафедры (на основании утвержденных учебных планов), дисциплины заново распределяются по преподавателям. Вместе с тем постоянного обновления требуют и учебные материалы.

Обновление **неявных знаний** в рамках подразделения ВУЗа заключается в том, что одновременно большому числу сотрудников необходимо принять к сведению большой объем новой для них информации. Кроме того ситуация осложняется тем, что для каждого отдельного преподавателя изменяется набор читаемых дисциплин, изменяется и перераспределяется педагогическая нагрузка в целом по кафедрам и по отдельным преподавателям. Для учебно-вспомогательного персонала изменяются сроки подготовки отчетной документации.

С целью поддержки функционирования подразделений ВУЗа (в частности кафедр), особенно при переходе на ФГОС 3, возникает острая необходимость в разработке системы поддержки информационных процессов, которая позволила бы не только централизованно хранить явные знания подразделения в удобном формате, позволяющем эффективно использовать эти знания, но и способствовала превращению отдельных элементов явных знаний в неявные.

Первая задача системы поддержки информационных процессов

кафедры представляет собой организацию централизованного хранения явных знаний подразделения и их обработка и подразумевает решение следующих вопросов:

1. Какие данные нужно хранить?
2. Как эффективно формировать и обрабатывать учебный контент?
3. Каков наиболее подходящий формат для каждого вида хранимых данных?
4. Какова структура хранения этих данных?
5. Какова наиболее подходящая реализация такой структуры?

Благодаря централизованному хранению всех данных, связанных с работой кафедры, решается ещё одна важная задача – поддержка *единой версии* документа в каждый момент времени, а так же доступность в системе *актуальных версий* документов.

1. Данные, которые необходимо хранить в системе поддержки информационных процессов кафедры можно разделить на следующие группы:

1.1. Данные о людях:

- о студентах, магистрантах, аспирантах (эти данные необходимы для формирования приказов) (возможно так же хранение данных об успеваемости студентов младших курсов по результатам контрольных недель для облегчения и повышения эффективности деятельности кураторов и своевременного информирования их о «проблемных» студентах в их группах)
- о сотрудниках (ФИО, тел, e-mail, должность, и т.д.)

1.2. Данные, касающиеся организации учебного процесса:

- учебные планы (профилей кафедры, а так же профилей, для которых кафедрой читаются те или иные дисциплины)
- данные о закреплении дисциплин за кафедрой
- данные о распределении дисциплин между преподавателями кафедры
- рабочие программы дисциплин (с возможностью группировки по преподавателям, по профилям, по дисциплинам). Текущее состояние подготовки рабочих программ, год подписи.
- служебные записки (касающиеся учебного процесса)

1.3. Данные, касающиеся научно-исследовательской деятельности сотрудников кафедры:

- данные о результативности НИР (списки публикаций сотрудников: статьи, тезисы, монографии, учебные пособия, учебники, методические указания; патенты; открытия; свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и т.д.)
- данные о грантах (тема, руководитель, сроки, исполнитель)
- данные о наградах, премиях, полученных сотрудниками кафедр
- данные о НИЧ (темы НИР, ТЗ, заказчик, сроки выполнения,

ответственный исполнитель – данные для составления отчетов). Текущее состояние НИР – завершена / в процессе работы / подготовка отчета.

1.4. Материалы для студентов/ магистрантов/ аспирантов:

- электронные варианты статей, тезисов, монографий, учебных пособий, учебников, методических указаний, разработанных на кафедре
- перечень литературы по темам (тематические подборки)
- другие методические материалы (виртуальные лабораторные работы, обучающие видеоролики, презентационные материалы, необходимые для проведения лекционных, практических или семинарских занятий, электронные варианты лекций и другие электронные методические материалы) и др.

1.5. Дополнительные данные.

2. Одним из направлений повышения эффективности обучения с помощью электронного контента, представления и усвоения информации является автоматизация процесса формирования электронного учебного контента. Создание подсистемы автоматизированного формирования учебного контента поможет решить проблему унификации разнородного материала и преобразования его в учебный контент, благодаря подходу, основанному на поиске, структуризации, обработке и представлении информации в виде, удобном для обучения.

3. Наиболее подходящий формат для каждого вида хранимых данных следует выбирать исходя из планируемой формы представления этих данных пользователю, а так же специфики самих данных (частоте обновления, доступности для редактирования всем сотрудникам или только автору документа и т.д.). Например, тексты рабочих программ целесообразно хранить в формате .pdf, и в качестве формы представления в конечном интерфейсе применять программу, которая позволит задать необходимую структуру для такого типа данных, т.е. даст возможность группировать рабочие программы по преподавателям, а так же по профилям подготовки, направлениям и т.д. Такие «оглавления» могут храниться в формате .xml.

4. Структура хранения данных в системе должна быть максимально адаптирована к специфике информационных потоков на конкретной кафедре, а так же к специфике самих данных. В качестве вариантов хранения данных могут рассматриваться базы данных, хранилища данных, информационные хранилища (каталоги и т.д.), а так же различные комбинированные структуры. Ввиду большой разнородности хранимых данных наиболее подходящим выглядит вариант с использованием комбинированных структур, позволяющий собрать в единую информационную структуру данные разного формата и назначения с учетом особенностей использования каждого вида этих данных (частые но

незначительны изменения; изменения в монопольном или многопользовательском режиме; редкие изменения, при частом просмотре и т.д.).

5. Определять реализацию той или иной структуры хранения данных в системе необходимо, когда сама эта структура будет окончательно определена, а так же будут определены все основные операции над каждым видом хранимых данных, т.к. именно от совокупности этих факторов зависит выбор конкретной реализации.

Вторая задача системы поддержки информационных процессов кафедры – формирование новых неявных знаний. Превращению отдельных элементов явных знаний в неявные может способствовать подсистема напоминаний о различных событиях и сроках подготовки тех или иных документов в рамках системы поддержки информационных процессов кафедры. Кроме того такая система могла бы помочь быстрее сориентироваться вновь принятому на работу сотруднику.

События, вводимые в систему поддержки информационных процессов кафедры соответствуют группам хранимых данных:

1.1 События, касающиеся организации учебного процесса:

- сроки предоставления на кафедру студентами тем выпускных квалификационных работ (меняются при внесении изменений в учебные планы);
- сроки подготовки приказов об утверждении тем выпускных квалификационных работ (меняются при внесении изменений в учебные планы);
- сбор информации о распределении студентов и магистрантов на практику;
- сроки подготовки приказов о направлении на практику (меняются при внесении изменений в учебные планы);
- приказы о переводе студентов на следующий курс;
- приказы на дипломы (сроки подготовки приказов/печать дипломов/получение бланков дипломов) (меняются при внесении изменений в учебные планы);
- отчеты и индивидуальные планы аспирантов (не меняется);
- индивидуальный план преподавателя (не меняется).

1.2. События, касающиеся научно-исследовательской деятельности сотрудников кафедры:

- конференции (сроки проведения конференций, сроки подачи заявок и публикаций (статей/тезисов)) (не меняется);
- подготовка документов о результативности НИР (публикации сотрудников кафедры: статьи, тезисы, монографии, учебные пособия, учебники, методические указания; патенты; открытия; свидетельства о регистрации программ для ЭВМ) (не меняется);
- сроки сдачи отчетов по НИР;

- заявки на печать (публикацию) методических пособий.
- 1.3. События, связанные со студентами/преподавателями:
- контрольные недели студентов младших курсов (подведение итогов кураторами групп);
 - даты рождения сотрудников.
- 1.4. Другие события:
- работа со школьниками – НОУ «Эврика» (сроки подачи заявок, согласования тем и назначения руководителей, сроки выполнения работ, сроки проведения НОУ);
 - составление заявки на приобретение ПО и технических средств для кафедры.

Архитектура системы поддержки информационных процессов кафедры представлена на рисунке 1 [3].

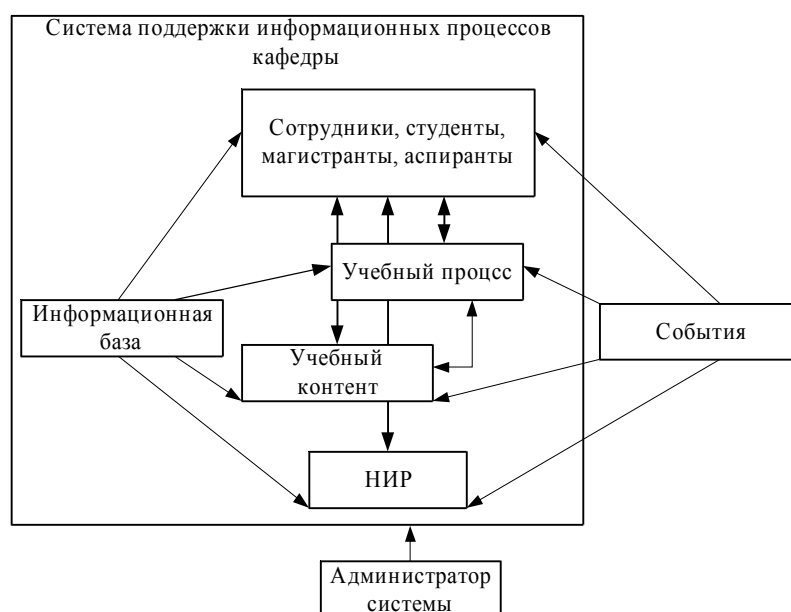


Рис. 1. Архитектура системы поддержки информационных процессов кафедры

Рассмотрим подробнее подсистему формирования учебного контента. Под учебным контентом в данном случае понимается информация, поступающая из Интернет и/или Интранет в информационное хранилище автоматизированной системы в текстовом и/или графическом виде, которая впоследствии подвергается обработке.

Под обработкой понимается преобразование разнородной информации в учебный контент, согласно запросу пользователя.

Для создания подсистемы автоматизированного формирования учебного контента потребуется:

- Уточнение и развитие понятия «учебный контент».
- Разработка методики обработки контента внутри подсистемы.

- Разработка процедур обработки.
- Разработка алгоритма обработки.

Подсистема автоматизированного формирования учебного контента должна отвечать следующим требованиям:

- предоставлять пользователю возможность работать с качественным, структурированным учебным материалом;
- сокращать затраты времени на поиск, систематизацию и анализ учебного контента;
- предоставлять пользователю возможность подготовки учебного контента в различной форме согласно логике дидактики учебного процесса: «лекция – семинар – лабораторная работа – практическое занятие – зачет – экзамен».

Процесс преобразования материала в подсистеме автоматизированного формирования учебного контента приведен на рисунке 2.

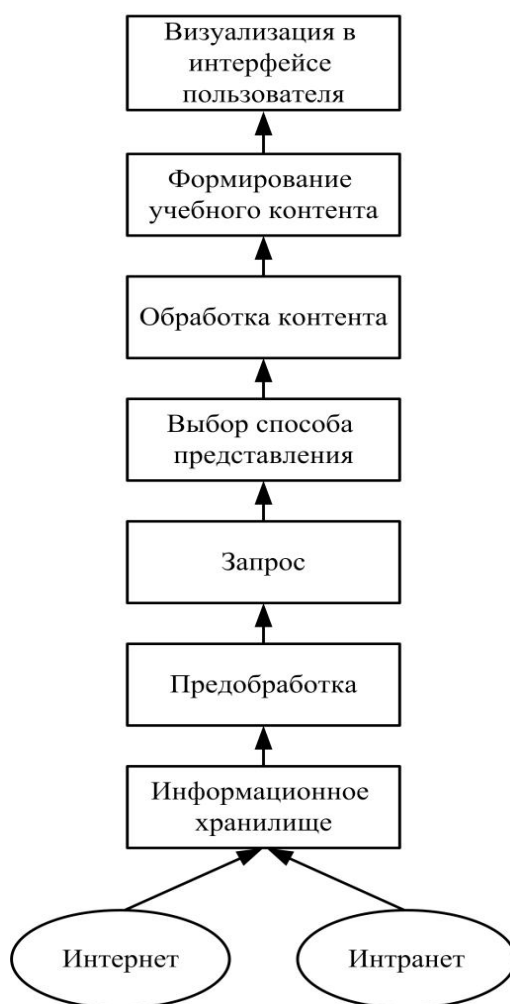


Рис. 2. Схема процесса преобразования материала в учебный контент
Сначала материал в текстовом и графическом виде загружается пользователем из сети Интернет и/или Инtranет в информационное

хранилище подсистемы. В хранилище разнородный контент подвергается предварительной обработке. При этом происходит его структуризация и категоризация в зависимости от типа и вида [4].

Затем пользователь формирует запрос, выбирает удобную для себя форму (шаблон) представления информации (рис. 3). После этого пользователь запускает процесс обработки подсистемой предобработанного материала из информационного хранилища, преобразуя его в учебный контент.

Обработанный подсистемой контент предлагается пользователю подсистемы как «концентрированная» выборка согласно содержанию запроса. Пользователь всегда имеет возможность внести изменения в полученный от подсистемы электронный материал [4].

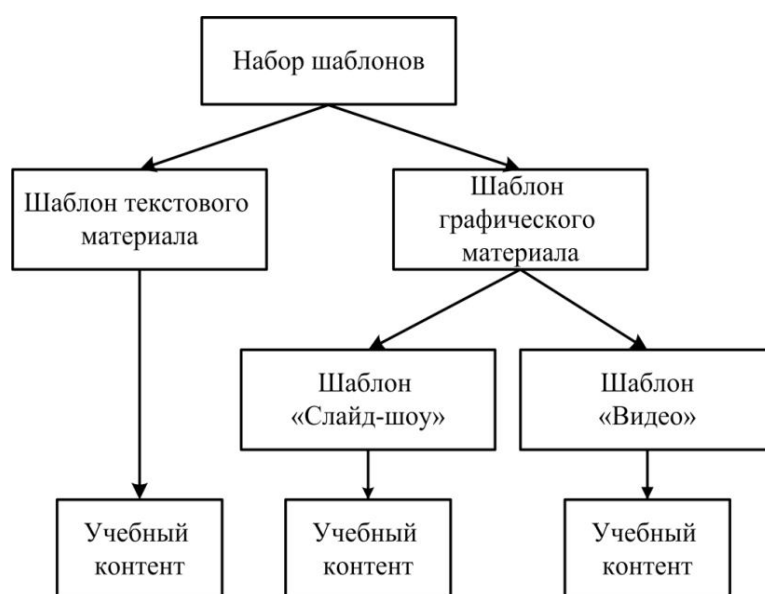


Рис. 3. Виды шаблонов формирования учебного контента

Таким образом, в ходе обработки с помощью автоматизированной подсистемы контент проходит через несколько состояний, которые можно представить в виде пирамиды (рис. 4):

1. Неструктурированный контент (контент из Интернет или Интранет).
2. Предобработанный контент (контент, занесенный в информационное хранилище).
3. Структурированный контент.
4. Обработанный системой контент.
5. Обработанный пользователем контент.

Учебный контент может быть использован в учебном процессе, как в составе системы поддержки информационных процессов кафедры, так и непосредственно на занятиях, а так же может быть загружен на учебные информационные ресурсы в Интернет.

Создание автоматизированной подсистемы позволит облегчить труд

по подготовке учебного контента для загрузки в систему поддержки информационных процессов кафедры и тем самым повысить ее эффективность.



Рис. 4. Состояния контента в автоматизированной системе

На рис. 5 представлена схема преобразования контента.

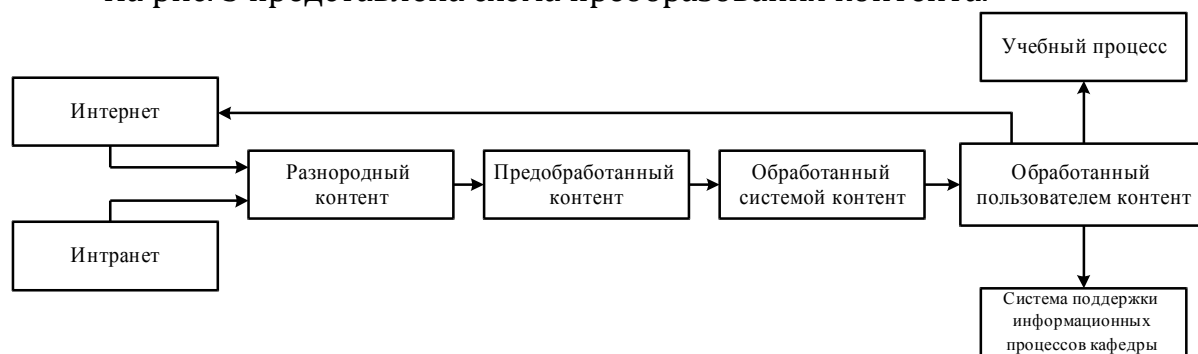


Рис. 5. Схема преобразования контента

Внедрение подсистемы автоматизированного формирования учебного контента в информационные процессы ВУЗов должно повысить эффективность и качество работы сотрудников и обучения студентов [5].

Ожидается, что развиваемый подход к формированию учебного контента, основанный на разработке процедур обработки неструктурированной, разнородной информации с помощью автоматизированной подсистемы позволит повысить эффективность получения знаний и их актуализацию за счет объединения формализуемых и неформализуемых знаний. Применение предложенного подхода будет способствовать интеллектуализации процессов обработки информации и ее оптимизации.

Внедрение системы поддержки информационных процессов кафедры которая позволит автоматизировать обновление явных и неявных знаний ВУЗа, позволит повысить эффективность работы сотрудников, как в области организации учебного процесса, так и в научно-исследовательской деятельности.

Литература

1. Нонака и Такеучи. Компания - создатель знания. Зарождение и развитие инноваций в японских фирмах. М.: Олимп-Бизнес. 2003. 320 с.

2. Алипова Н.А., Милов В.Р., Егоров Ю.С. Система поддержки информационных процессов кафедры // Всероссийской научно-методической конференции «Инновационные технологии в образовательной деятельности» (01.02.2012) - Н.Новгород, 2012. С.18.

3. Алипова Н.А., Егоров Ю.С. Подход к разработке интеллектуальной системы поддержки информационных процессов кафедры // Труды Десятого международного симпозиума "Интеллектуальные системы "Intels'2012"). Вологда: ВГТУ, 2012. С. 260.

4. Егоров Ю.С., Алипова Н.А. Интеллектуальная система автоматизированного формирования контента // Труды Десятого международного симпозиума "Интеллектуальные системы "Intels'2012"). Вологда: ВГТУ, 2012. С. 263 .

5. Егоров Ю.С. Обучение при помощи информационных технологий // Материалы IX Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» (на CD). Н. Новгород: НГТУ, 2010. С. 28.

Мусаелян А.Г.

старший преподаватель Московского государственного университета
природообустройства
musaealla@yandex.ru

Из опыта работы по технологическому учебнику полного цикла «Математика»

В докладе будут рассмотрены вопросы проектирования и реализации дидактических функций учебно-методического обеспечения процесса формирования профессиональных компетенций ФГОС ВПО с помощью вузовского технологического учебника полного цикла и технологического мониторинга. Для раскрытия функций учебно-методического обеспечения рассмотрены разделы, изучаемые студентами технического вуза по дисциплине «Математика» на первом курсе. Специальность 220501 - «Управление качеством» приняла участие в проведение опытно-экспериментальной работы по проектированию учебно-методического обеспечения для технологического вузовского учебника «Математика» полного цикла. Реализация его радикально изменила мою традиционную преподавательскую работу по рабочей учебной программе, которая входит в учебно-методический комплекс дисциплины "Математика" для данной специальности. На первом курсе студенты данной специальности изучают следующие темы:

Таблица1. Содержание разделов

№	Название
1	линейная алгебра
2	аналитическая геометрия
3	теория пределов
4	дифференциальное исчисление функций одного переменного
5	интегральное исчисление функций одного переменного
6	дифференциальное исчисление функций нескольких переменных
7	теория дифференциальных уравнений
8	теория рядов

Именно, по данному содержанию были разработаны сформированы четыре модуля технологического учебника «Математика»:

- первый модуль - «Аналитическая геометрия»,
- второй модуль - «Дифференциальное исчисление функций одного и нескольких переменных»,
- третий модуль - «Интегральное исчисление функций одного переменного»,
- четвертый модуль - «Ряды».

Необходимо отметить, что автор акцентирует внимание на формировании **профессиональных компетенций**

(общепрофессиональных компетенций), как на **готовности студентов решать профессиональные задачи дисциплины "Математика", используя понятийный аппарат и методы высшей математики.**

Замечу, что модуль представляет собой **проект учебно-познавательной деятельности студентов**, нацеленный на формирование у них определённых компетенций. В учебной деятельности, проектируемой в модуле, моделируется предметное и социальное содержание профессионального труда, которое следует выбирать из двух основных источников: *содержания наук и содержания будущей профессиональной деятельности.* Из содержания будущей профессиональной деятельности как раз и формируется **задачно-деятельностная составляющая модуля.**

При чем известно, что технология создания модуля базируется на теории педагогических В. М. Монахова и использует:

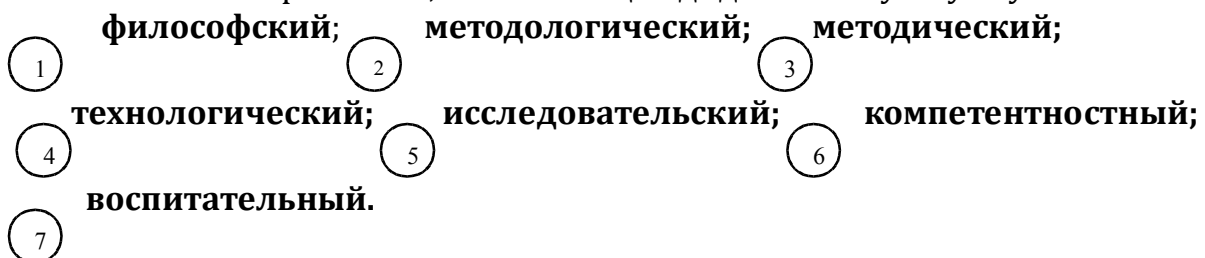
а) **параметрическую модель** учебного процесса,
 б) *технология проектирования учебного процесса и технология проектирования методической системы преподавания в вузе, точнее их модификации в условиях компетентностно-контекстного формата обучения;*

в) *систему диагностирования учебных успехов студентов;*

г) *компьютерную систему аналитической обработки результатов диагностик решения учебных задач.* Оценкой же учебных достижений студента является **фиксация факта сформированности профессиональной компетенции, как готовности студента к решению профессиональных задач** (а не как арифметическая сумма промежуточных оценок).

Общеизвестно, что учебник должен фокусировать в себе все самое лучшее, передовое, инновационное, оправдавшее себя на преподавательской практике.

Семь признаков, описывающие дидактическую суть учебника:



Остановимся на **их взаимодействиях и приоритетах:**

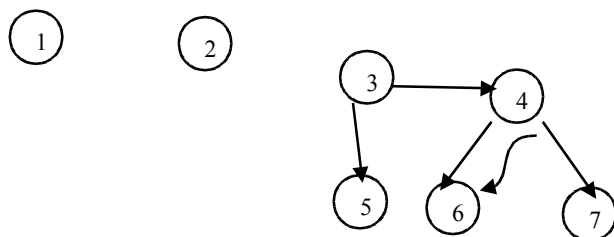


Рис.1.

Современная жизнь все настойчивее требует генерирования инноваций, привнесения нововведений, создания нового в конкретной сфере ее деятельности и оперативной реализации новшеств на практике. Под **инновацией** автор понимает то новое, что ведет к желательным для субъекта результатам. С **основными учебно-методическими инновациями**, реализованными в данном учебнике, можно ознакомиться в статье Монахова В.М. в данном сборнике.

Отметим, что технологические карты учебника вместе с **технологическим мониторингом** выполняют функцию **специальных метрик знаний** для количественной оценки сформированности компетенций – главных целей обучения;

Впервые учебник «Математика» полного цикла функционирует в методической системе с наперед заданными свойствами в органическом единстве с технологическим мониторингом, отслеживающим динамическое формирование компетенций, **качество** профессиональной подготовки студентов, **качество** проекта учебного процесса и **качество** функционирования МСП. В технологический мониторинг поступает информация от **компьютерной системы аналитической обработки результатов диагностик – КСАО**.

Семь признаков, описывающие дидактическую суть учебника, и учебно-методические инновации находятся в указанных взаимосвязяхх.

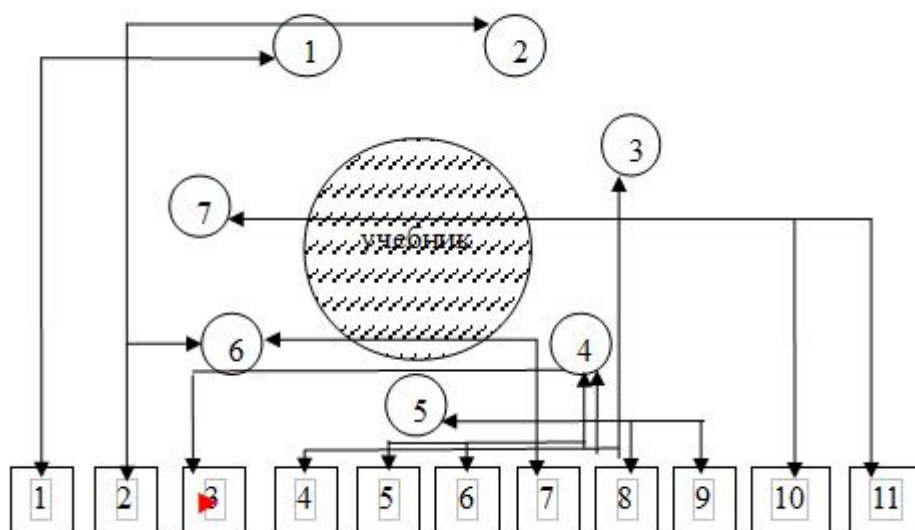


Рис.2. Взаимосвязи признаков и учебно-методических инноваций

При трактовке методического понятия «**учебник полного цикла**» определяется наличие в проекте продуктивного и эффективного учебного процесса всех последовательных стадий структурирования содержания и организации профессионального обучения: от ФГОС ВПО - документа, определяющего и регламентирующего **цель** вузовского образования, до

конечного **результата** профессионального образования, т.е. факта сформированности (или несформированности) на определенном уровне профессиональной компетенции, задаваемой стандартом. Оценка конечного результата профессионального образования должна выдаваться технологическим мониторингом, включающим **компьютерную систему аналитической обработки (КСАО)**.

Учебно-методическое обеспечение
 профессионального образования в вузе
 Управление

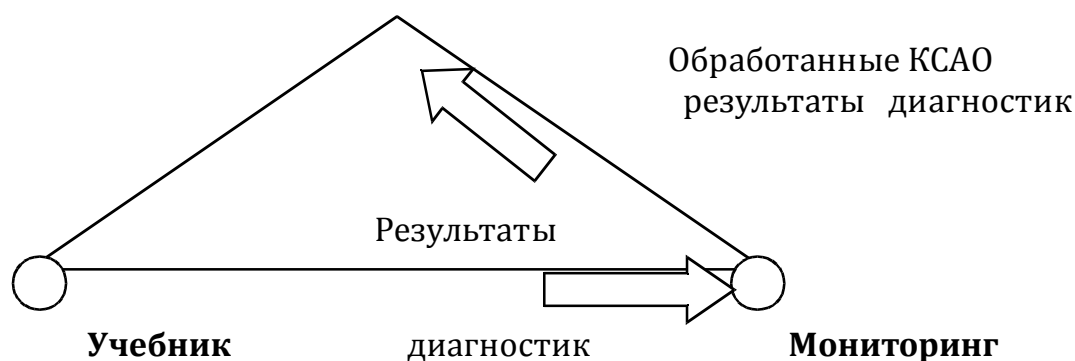


Рис.3.

Методическая переналадка затронула такие важнейшие категории учебного процесса как **целеполагание, учебный процесс, содержание учебного процесса, содержание и формы диагностики**, которые должны объективно показывать динамику и качество формируемых профессиональных компетенций студентов, в проектируемой методической системе преподавания.

Цепочка стадий полного цикла, (в статье Монахова В.М.), формирования учебно-методического обеспечения профессионального обучения дает достаточно целостное представление о содержании и характере методической переналадки в новых условиях функционирования федеральных государственных образовательных стандартов.

Еще раз обратим внимание на **инвариантные взаимосвязи**, образующие каркас целостности системы:

- от стандарта к формированию компетентностной модели выпускника,
- от многоуровневого целеполагания к структурированию содержания по модулям,
- от проектирования учебного процесса по освоению системы учебных задач к проектированию учебного процесса по освоению профессиональных задач,
- от реализации проекта учебного процесса по технологическим картам к диагностике,
- от передачи результатов диагностик КСАО до результирующей информации, выдаваемой компьютерной системой.

Таким образом, в ходе эксперимента проектировочной деятельности при изучении дисциплины "Математика" по созданию компетентностно-ориентированных модулей, как средства для формирования профессиональных компетенций:

- представляется компетентностная модель выпускника (КМВ) как сумма профессиональных компетенций K_i , вытекающих из требований ФГОС ВПО и достроенных в данном вузе - МГУПриродообустройства - кафедрой "Высшей математики",

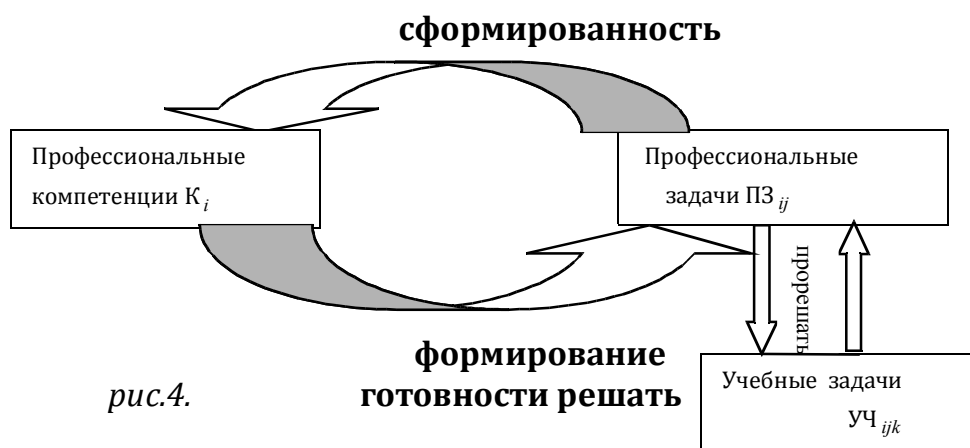
- уточняются формулировки профессиональных задач $PЗ_{ij}$ (их число для каждой компетенции не более пяти), представленных в виде специально разработанных групп учебных задач $УЗ_{ijk}$,

- по ходу решения учебных задач $УЗ_{ijk}$, на основе которых формируются $PЗ_{ij}$, готовность решения которых определяет сформированность профессиональных компетенций K_i , которыми должен обладать каждый выпускник кафедры высшей математики,

- осуществляется формирование отдельной K_i , которая предполагает формирование готовности решать определенную группу $PЗ_{ij}$, для чего каждому студенту необходимо прорешать заданную группу $УЗ_{ijk}$.

Таким образом, $УЗ$ - это основная единица учебного процесса по формированию знаний, умений и навыков студентов, средство организации учебной деятельности. $PЗ$ - это конкретизация цели профессиональной деятельности, главная идейная вершина.

Реализация компетентностно-ориентированных модулей



Таким образом, такая траектория профессионального становления выпускника представляется последовательностью компетентностно-ориентированных модулей - функциональных узлов методической системы.

Особенности структуры учебника «Математика»: данный учебник состоит из 4 модулей. В каждом модуле формируются профессиональные компетенции. Всего этих компетенций 10. Структурно содержание

технологического учебника представляют 14 технологических карт двух типов. Десять технологических карт показывают методические особенности процесса формирования десяти профессиональных компетенций. Четыре технологических карты показывают структуру каждого из четырех модулей. Каждый модуль представлен отдельным разделом учебника. Перечень формируемых профессиональных компетенций:

1. Компетенция К₁: «Готовность решать ПЗ, связанные с решением матриц, определителей, систем линейных уравнений».

2. Компетенция К₂: «Готовность решать ПЗ, связанные с выполнением свойств линейных и нелинейных операций над векторами».

3. Компетенция К₃: «Готовность решать ПЗ, связанные с составлением различных уравнений прямых и плоскостей, определяя их взаимное расположение».

4. Компетенция К₄: «Готовность решать ПЗ, связанные с вычислением основных неопределенностей при подсчете различных пределов».

5. Компетенция К₅: «Готовность решать профессиональные задачи, связанные с вычислением производной при дифференциальном исчислении функций одного переменного».

6. Компетенция К₆: «Готовность решать профессиональные задачи, связанные с применением дифференциального исчисления функций нескольких переменных»

7. Компетенция К₇: «Готовность решать ПЗ, связанные с интегральным исчислением функций одного переменного».

8. Компетенция К₈: «Готовность решать ПЗ, связанные с интегральным исчислением функций одного переменного на отрезке.»

9. Компетенция К₉: «Готовность решать ПЗ, связанные с решением различных типов обыкновенных дифференциальных уравнений».

10. Компетенция К₁₀: «Готовность решать ПЗ, связанные с исследованием различных рядов».

Итак, данный учебник ориентирован на новые стандарты высшего образования, отличительной особенностью которых является явно выраженный компетентностный характер, основанный на требованиях к результатам освоения основных образовательных программ в виде компетенций (результатов образования), подразделяемых на общие (универсальные) и профессиональные (предметно-специализированные).

Формирование отдельной профессиональной компетенции у студента предполагает умение решать определенную группу профессиональных задач. Готовность решать конкретную профессиональную задачу формируется посредством решения группы специально разработанных традиционных учебных задач. Таким образом,

профессиональная задача рассматривается как цель для проектирования группы учебных задач. А самостоятельное выполнение студентами определённой группы учебных задач должны гарантировать готовность успешного решения профессиональной задачи. Профессиональная компетенция рассматривается как цель для проектируемой группы профессиональных задач. Другими словами, самостоятельное выполнение студентами группы профессиональных задач гарантирует сформированность профессиональных компетенций.

Литература

1. Монахов В.М. Технологии проектирования методических систем с заданными свойствами//Высшее образование в России, №6, 2011.

2. Монахов В.М., Мусаелян А.Г., Монахов Д.Н. "Математика" Технологический учебник полного цикла//изд. МГУП 2012.

Нарышкин Д. Г.

ФГБОУ ВПО Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
доцент

NaryshkinDG@mpei.ru

Компьютерная математика в курсе «Физическая химия»

Аннотация

В докладе рассмотрены образовательные возможности средств компьютерной математики (КМ) при изучении курса "Физическая химия" – фундаментальной естественнонаучной дисциплины классического химического и инженерно-технического образования. После открытия в Московском энергетическом институте (ТУ) Mathcad Calculation Server (MCS) (www.vpu.ru/mas) реализация образовательных технологий Mathcad Application может осуществляться и в рамках так называемых облачных вычислений (Cloud Computing).

1. Образовательные возможности интерактивного справочника физико-химических величин

Технология MCS позволила «оживить» данные, представленные в [1], и реализовать образовательный проект: интерактивную сетевую версию термодинамической базы данных и справочника физико-химических величин (<http://twf.mpei.ac.ru/TTHB/1/HBThermValues.html>).

Традиционные справочные пособия в виде справочника-книги, пусть и электронной, позволяют получить отдельные числа, массивы чисел, характеризующие свойства веществ и систем. Основной недостаток таких баз данных в том, что они не генерируют функциональные и графические зависимости, что значительно снижает их образовательные возможности. В среде Mathcad имеется достаточно большая коллекция встроенных функций, используя которые можно осуществить аналитическое описание (аппроксимацию) дискретной зависимости, представленной в «бумажном» справочнике, некоторой непрерывной функцией.

Технологии MCS делают интерактивную базу данных не только справочным пособием, но и инструментом познания, создавая методологию применения расчетного аппарата MCS [2] для решения как учебных, так и реальных технологических задач. Особенностью интерактивной сетевой версии справочника физико-химических величин (Рис.1) является ее образовательная направленность: в каждом Mathcad-документе указано, по каким экспериментальным данным [1] была построена аналитическая зависимость, описывающая изменение исследуемой функции, по каким соотношениям рассчитывается исследуемый параметр, выдаются графики зависимостей, что позволяет наблюдать поведение искомой величины и текущую точку на кривой.

Интерактивная база данных позволяет в режиме реального времени исследовать температурные зависимости важнейших термодинамических функций веществ и систем: температурные зависимости теплоемкостей, энтальпий и энтропий соединений, температурные зависимости изменения теплоемкостей, энтальпий, энергий Гиббса в реакциях образования веществ, а так же констант равновесия реакций образования, провести расчет их значений при заданной температуре.

Пользователь MCS [2] получает возможность вводить исходные данные в элементы интерфейса, передавая свои расчетные данные на сервер, где проводятся вычисления, и получать результаты расчетов в аналитической и графической форме, провести расчет их значений при заданных параметрах.

Chemical Engineer's Web Handbook
Проект кафедр Химии и электрохимической энергетики и Технологии воды и топлива Московского энергетического института

Позволяет рассчитать:

- температурные зависимости теплоемкости
- температурные зависимости изменение энтальпии
- температурные зависимости изменение энтропии
- температурные зависимости теплоты образования
- температурные зависимости энтропий образования
- температурные зависимости энергии Гиббса образования
- температурные зависимости констант равновесия образования веществ
- Средние ионные коэффициенты активности сильных электролитов в водных растворах в зависимости от молярной концентрации при 298 К
- Молярная электрическая проводимость разбавленных водных растворов при 298К
- Ионное произведение и рН воды в диапазоне 0-100°С в ар 1
- Растворимость соединений в воде >>>>>>
- Температурная зависимость произведения растворимости и растворимость трудно растворимых соединений
- Представлены термодинамические свойства (Thermodynamic property) простых веществ (simple substance >>>)
- неорганических соединений (inorganic compounds)
- углеводородов (hydrocarbons >>>)
- кислородсодержащих органических соединений (organic compounds with oxygen >>>)
- температурные зависимости констант равновесия важнейших газовых реакций >>>
- Средние ионные коэффициенты активности сильных электролитов в водных растворах в зависимости от молярной концентрации при 298 К >>>
- Молярная электрическая проводимость разбавленных водных растворов при 298К >>>
- Ионное произведение и рН воды в диапазоне 0-100°С
- Истинные атомные и молекулярные теплоемкости в интервале температур 10 – 298К >>>
- температурная зависимость произведения растворимости и растворимость трудно растворимых соединений
- Предельная молярная электрическая проводимость ионов в воде в зависимости от температуры и молярная электрическая проводимость ионов в воде в зависимости от концентрации
- Расчет парциальных молярных величин >>>
- Конспект лекций по химической кинетике >>>
- Кинетические расчеты
- Расчет концентрации и степени превращения в необратимых реакциях >>>
- Создано в Mathcad Application/Calculation Server

Рис. 1. Структура интерактивной термодинамической базы данных и справочника физико-химических величин

Графические иллюстрации дают наглядное представление о характере их изменения. Наглядность полученных результатов повышает возможность их смыслового анализа. Возможности технологии MCS иллюстрируется Mathcad – документами 1 — 8.

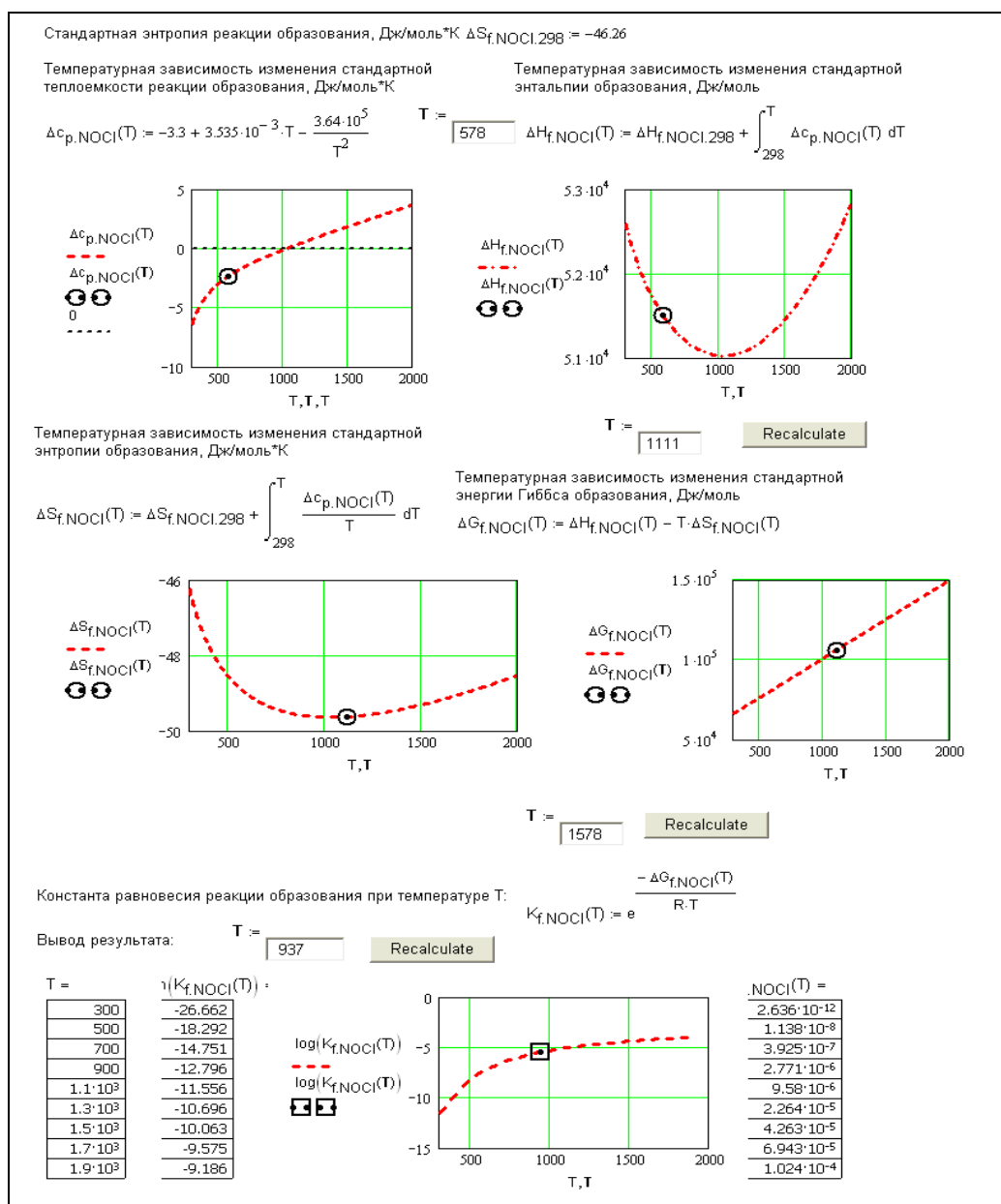


Рис. 2. Фрагмент Mathcad – документа 1: температурная зависимость термодинамических характеристик реакции образования NOCl

В базе данных представлены температурные зависимости констант равновесия важнейших газовых реакций.

Константа равновесия реакций, не представленных в базе данных, может быть определена по константам равновесия реакций образования веществ – компонентов исследуемой реакции (Рис. 2-4). Температурные зависимости констант равновесия реакций образования определялись, аппроксимируя табличные дискретные закономерности [1] аналитическими зависимостями (Рис. 3).

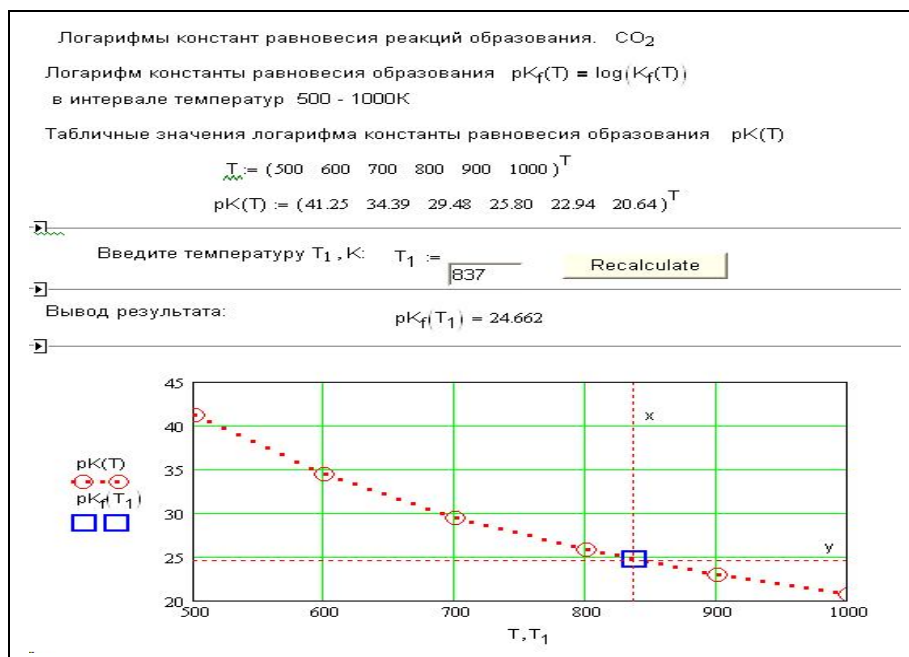


Рис. 3. Фрагмент Mathcad – документа 2: построение по экспериментальным данным зависимости $\log K_f(T)$ реакции образования CO_2

Возможность матричных операций в Mathcad позволяет, используя матричную форму закона Гесса (Рис. 4), определить температурную зависимость константы равновесия реакций с участием этих веществ и провести их расчет при некоторой заданной температуре.

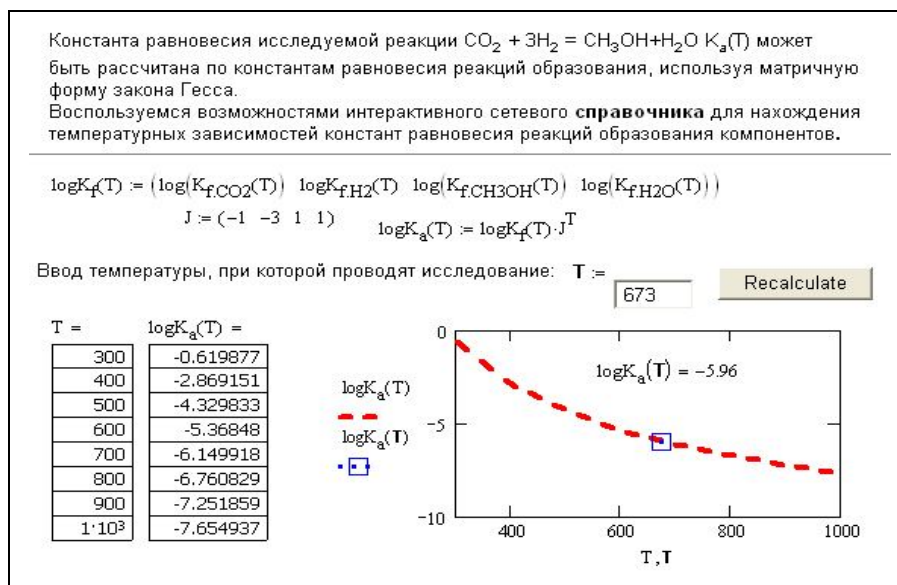


Рис. 4. Фрагмент Mathcad – документа 3: матричная форма расчета константы равновесия реакции по константам равновесия реакций образования компонентов

Интерактивный справочник физико-химических величин позволяет рассчитать температурную зависимость ионного произведения воды и pH

воды от температуры (Рис. 5), а так же температурные зависимости произведения растворимости и растворимость труднорастворимых соединений.

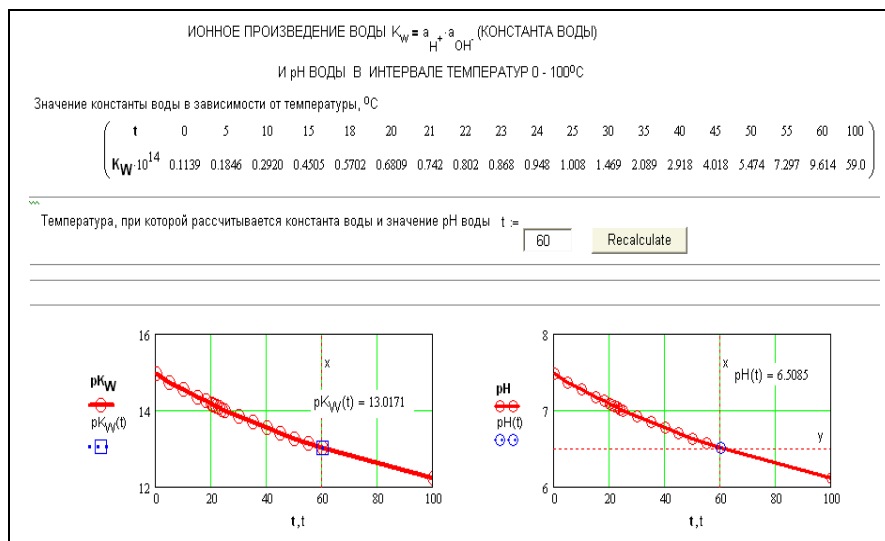


Рис. 5. Фрагмент Mathcad – документа 4: ионное произведение воды pK_W и pH воды в зависимости от температуры

Кроме рассмотренных, сетевой справочник физико-химических величин позволяет рассчитать и исследовать:

- средние ионные коэффициенты активности сильных электролитов в водных растворах в зависимости от моляльной концентрации;
- предельную молярную электрическую проводимость ионов в воде в зависимости от температуры и концентрации;
- средние ионные коэффициенты активности сильных электролитов в водных растворах в зависимости от моляльной концентрации;
- коэффициенты активности реальных газов в зависимости от приведенного давления и приведенной температуры.

Технология MCS в режиме удаленного доступа позволяет провести кинетические исследования — расчет концентраций реагентов в зависимости от времени проведения процесса для основных типов химических реакций. По задаваемым пользователем кинетическим уравнениям, константам скоростей и начальным концентрациям рассчитываются кинетические кривые и значения концентраций реагентов при заданном времени проведения процесса (Рис. 6). Разумеется, основная часть документа носит образовательный характер, но может быть использована и для исследования поведения химической системы во времени.

Технология Mathcad Calculation и интерактивная базы данных позволяет использовать ее материалы в качестве лекционных презентаций - иллюстрировать изложение теоретических основ дисциплины "живыми" расчетами и их графической интерпретацией. Выявленные закономерности

иллюстрируют теоретические основы дисциплины, их практические приложения, позволяют сделать акцент на сущностном подходе к решению реальных задач и возможным методам их решения.

Рассмотрим один из возможных сценариев лекционных презентаций, иллюстрирующих связь константы равновесия с изменением стандартной энергии Гиббса и тепловым эффектом реакции, информативность температурной зависимости константы равновесия на примере константы диссоциации муравьиной кислоты (Рис. 7-8). Парадоксальность (но ведь «...гений, парадоксов друг»!) хода температурной зависимости (Рис. 7) обычно вызывает удивление аудитории, заставляет задуматься и искать причину такой зависимости.

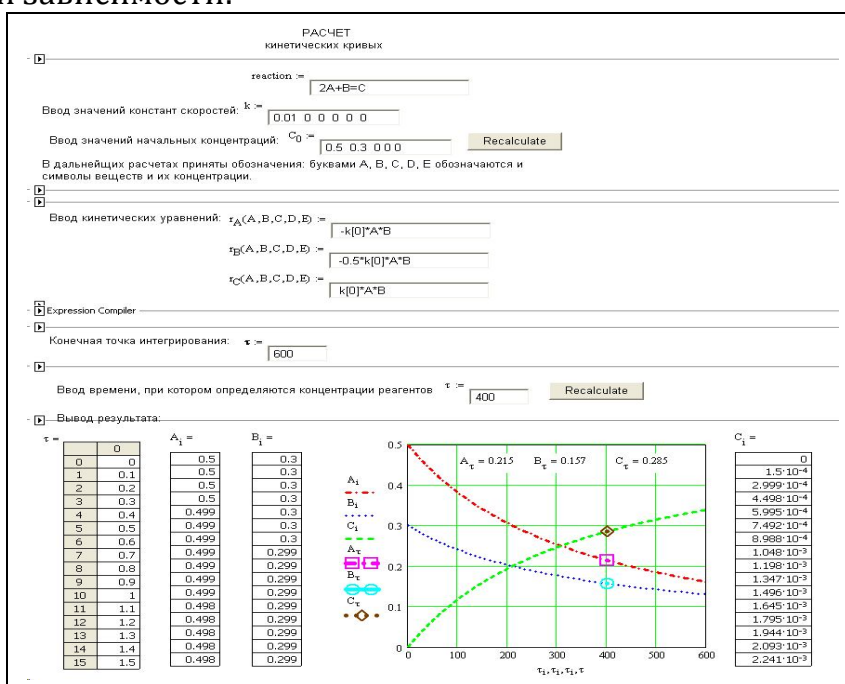


Рис. 6. Фрагмент Mathcad – документа 5: расчет кинетических кривых реакции 2A+B→C

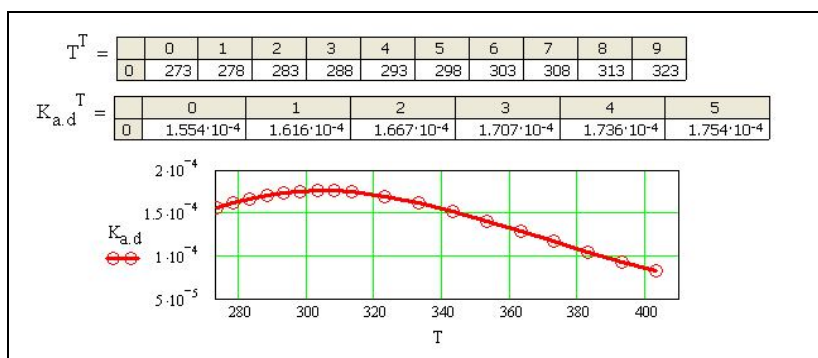


Рис. 7. Фрагмент Mathcad – документа 6: экспериментальная зависимость константы диссоциации муравьиной кислоты от температуры

По экспериментальным данным, используя регрессию в виде

линейной функции пользователя, определена аналитическая зависимость логарифма константы диссоциации от обратной температуры (Рис. 24):

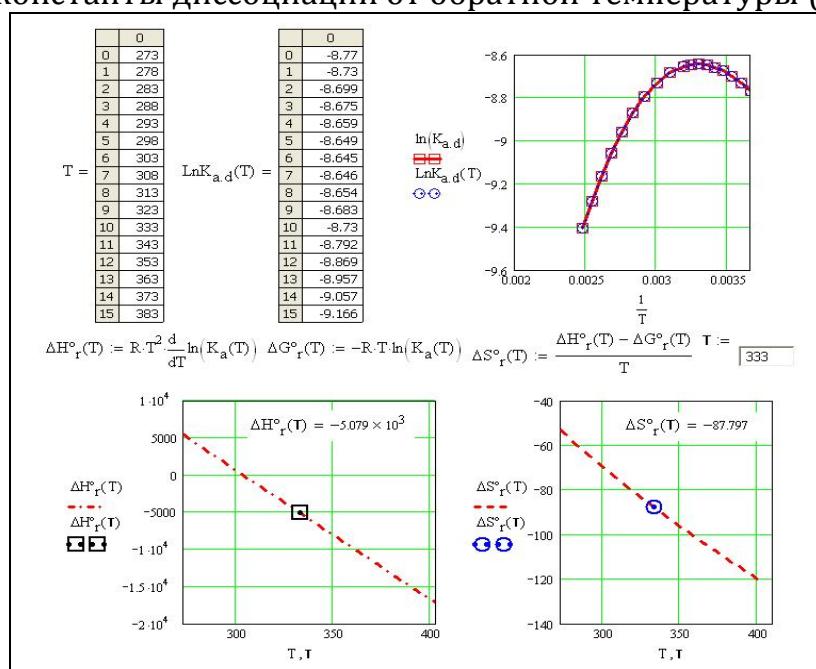


Рис. 8. Фрагмент Mathcad – документа 6: зависимость теплового эффекта и энтропии диссоциации муравьиной кислоты от температуры

Используя изобару Вант-Гоффа, определяется температурная зависимость теплоты диссоциации, а связь константы диссоциации с изменением стандартной энергии Гиббса и энтропией диссоциации позволяют определить изменение (уменьшение!) энтропии диссоциации. И снова получен неожиданный результат, требующий обоснования.

2. Исследовательские расчетные работы по технологии Mathcad Calculation

Технология MCS предполагает возможность ввода в элементы интерфейса не только числовые данные, но и лингвистические высказывания, что позволило реализовать образовательный проект: интерактивную сетевую версию банка расчетных и контролирующих задач (<http://twtmass.mpei.ac.ru/mas/Worksheets/Chem/Nar/tests.html>), создать комплекс исследовательских расчетных лабораторных работ с элементами контроля знаний.

Существенной особенностью таких расчетных лабораторных работ является одновременная проверка понимания сути задачи, умения строить термодинамическую (Mathcad – документ 7) или кинетическую (Mathcad – документ 8) модель системы и – только после проверки («Сезам, откройся!») – предоставляется возможность проводить исследование конкретной химической системы. Пользователь понимает, для чего конкретно используются контролируемые знания и умения.

Возможности применения такой технологии иллюстрирует Mathcad

– документ 7 (Рис. 9-12), в котором проверяется умение построения термодинамической модели процесса, описывающей связь равновесного состава с константой равновесия, температурой и общим давлением в системе, и исследуется - на основании полученной модели – влияние условий проведения процесса на равновесный состав в реакции синтеза метанола.

Математическая модель, описывающая связь равновесного состава с константой равновесия, температурой и общим давлением в системе описывается уравнениями, в общем случае, нелинейными, решение которых представляет значительные трудности. Средства КМ позволяют решать такие уравнения, а, значит, исследовать поведение реальных, а не гипотетических систем, графически иллюстрировать полученные результаты. Анализ температурной зависимости константы равновесия предлагаемой реакции, представленной в интерактивной базе данных, дает возможность определить температурный интервал, в котором будет происходить исследование равновесного состава. Рис. 9 иллюстрирует фрагмент Mathcad – документа при правильном вводе уравнения, связывающего константу равновесия с равновесным составом и общим давлением в системе. При ошибочном вводе появляется сообщение об ошибке, которую, разумеется, можно исправить.

Введите соотношение, связывающее константу равновесия K_p с равновесным составом, полагая n - исходное число молей CO , m - исходное число молей H_2 , x - число молей CO , прореагировавшее к моменту равновесия. Продукты реакции в исходной смеси отсутствуют

Справка:
 при вводе формул в текстовые окошки используется нотация языка BASIC или Maple :
 ΔH вводится как DH, арифметические действия: +(плюс), -(вычитание и минус), *(умножить), /(поделить), ^ (возведение в степень), ^(-m) (возведение в отрицательную степень)
 Следите за скобками при вводе выражений!
 После открывающей скобки целесообразно сразу ввести закрывающую и затем в скобки ввести нужное выражение.

Будут затруднения - обратитесь к HELP

Если уравнения написаны правильно, ниже появятся их изображения.
 Если допущена ошибка - появится сообщение об ошибке: "Error"

$K_p := \frac{x}{((n-x)*(m-2*x))^2 * (P/(n+m-2*x))^{-2}}$ Recalculate

$K_p = "(x/((n-x)*(m-2*x)))*(P/(n+m-2*x))^{-2}"$ "

Рис. 9. Фрагмент Mathcad – документа 7: ввод соотношения, связывающего константу равновесия с равновесным составом и общим давлением в системе

Поскольку из смыслового анализа задачи известно, что корень уравнения существует и известен интервал (a,b), внутри которого он находится, для решения можно воспользоваться встроенной функцией $root(f(x),x,a,b)$. В этом месте документа еще одна проверка понимания задачи: необходимо правильно ввести интервал (Рис. 10).

Введите n - исходное число молей CO, m - исходное число молей H₂ и P - давление, атм.

n := m := P :=

$$K_p(x) := \text{Maple}(K_p(x)) \rightarrow \frac{x}{(n-x) \cdot (m-2 \cdot x) \cdot P^2} \cdot (n+m-2 \cdot x)^2 \quad K(T) := K_a(T)$$

Задайте температуру процесса, K T := K(T) = 0.081

f(x) := a := b :=

$$f(x) := \text{Maple}(f(x)) \rightarrow \frac{x}{(n-x) \cdot (m-2 \cdot x) \cdot P^2} \cdot (n+m-2 \cdot x)^2 - K(T)$$

solution := root(f(x), x, a, b) solution = 0.332

Рис. 10. Фрагмент Mathcad – документа 7: ввод начальных условий и решение уравнения при заданных условиях

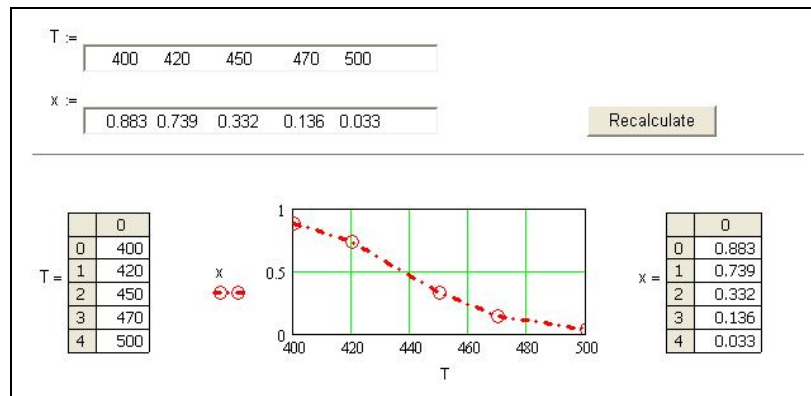


Рис. 11. Фрагмент Mathcad – документа 7: решения уравнения в зависимости от температуры и его графическая иллюстрация

В этом месте документа еще одна проверка понимания: необходимо правильно ввести соотношения, определяющие молярные доли компонентов в равновесной смеси (Рис. 12).

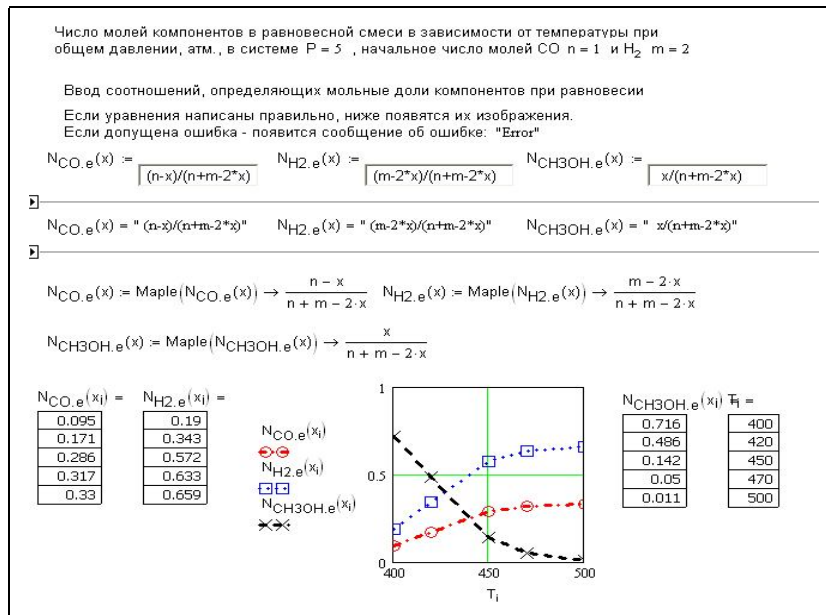


Рис. 12. Фрагмент Mathcad – документа 7: молярные доли компонентов в равновесной смеси в зависимости от температуры

Возможности применения рассматриваемой технологии иллюстрирует так же Mathcad – документ 8 (рис. 13-14), в котором проверяется умение - на основании постулатов химической кинетики – выводов кинетических уравнений и исследуется - на основании полученных уравнений - зависимости концентраций реагирующих веществ от времени протекания процесса многостадийной реакции, влияние соотношения между константами скоростей на ход кинетических кривых.

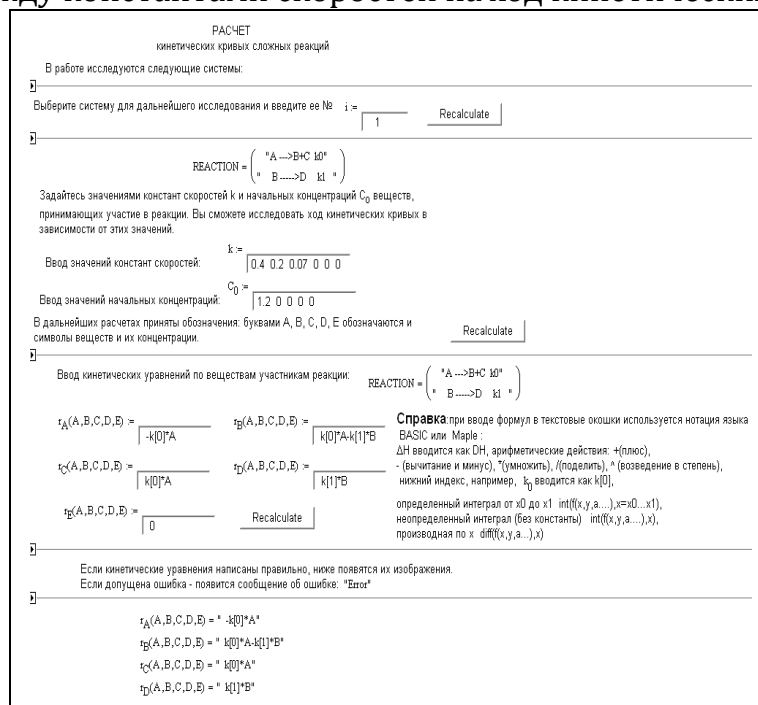


Рис. 13. Фрагмент Mathcad – документа 8: ввод начальных условий, кинетических уравнений стадий и вывод результата

При ошибочном вводе кинетических уравнений выдается сообщение об ошибке, которую, разумеется, можно исправить, и при правильном вводе - проводится расчет зависимости концентраций реагирующих веществ от времени протекания процесса. Пользователь может изменить начальные условия - значения констант скоростей и начальных концентраций реагентов и исследовать эволюцию изучаемой системы при изменении этих параметров (Рис. 14).

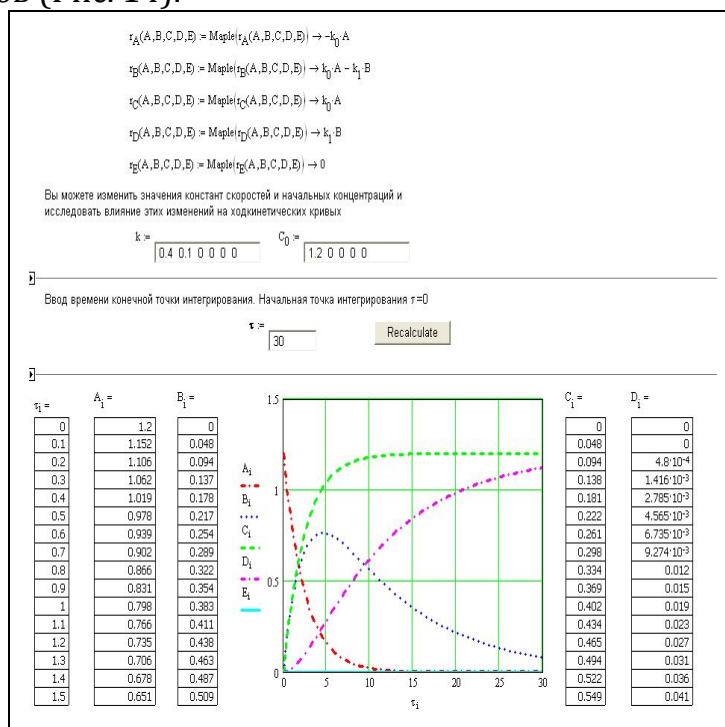


Рис. 14. Фрагмент Mathcad – документа 8: вывод результата – кинетические кривые исследуемой реакции

Применение образовательных Mathcad -технологий позволяет создавать качественно новую интерактивную информационно-учебную среду, способствует развитию познавательной активности и совершенствованию образования в области фундаментальных естественных наук.

Литература

1. Краткий справочник физико-химических величин. 12-е изд./ Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. СПб.: Специальная литература, 2002. 231с.
2. Очков В.Ф. Mathcad Calculation/Application Server:опыт трехлетней эксплуатации в России. // Практика применения научного программного обеспечения в образовании и исследованиях. Спб.: Издательство Политехнического университета, 2007. – С. 9–18.

Преснецова В.Ю.,

ФГБОУ ВПО "Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс", к.т.н., ст. преподав. кафедры "Информационные системы"
alluvian@mail.ru

Демина Ю.А.

ФГБОУ ВПО "Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс", к.т.н., ст. преподав. кафедры "Прикладная математика и информатика"
virginia97@mail.ru

Использование информационных технологий при управлении вузом

Аннотация

Высшие учебные заведения, относящиеся к социально-экономическим системам (СЭС), в условиях глобализации экономики решают не только вопросы подготовки высококвалифицированных кадров, но и социальные вопросы, связанные с повышением интеллектуального и культурного уровня населения, внедрением новых технологий и инноваций. Соответственно, выдвигаются новые требования к управлению вузами, ориентированные на связь с внешней средой и меняющимися условиями, постоянный мониторинг и оперативное принятие решений по совершенствованию научной и учебно-методической деятельности кадрового состава и структурных подразделений.

1 Особенности системы управления вузом

Одной из важнейших задач совершенствования системы образования является повышение эффективности управления этой системой. Деятельность любого вуза, требует управления, без которого невозможно не только его эффективное функционирование и развитие, но и само существование [1]. Задача управления вузом состоит в том, чтобы найти допустимые управляющие воздействия на вуз, имеющие максимальную эффективность повышения качества образования [2].

Анализ системы управления вузом показал, что вуз является сложным объектом управления, где объекты низшего уровня входят в объект более высокого уровня (рис. 1). Внешняя среда ставит цель, которую вуз должен достигнуть. Ректор на основании информации о достижении цели вырабатывает управляющие воздействия на объекты управления 2-го уровня (деканы) и распределяет главную цель на цели 2-го уровня, деканы вырабатывают управляющие воздействия для заведующих кафедрой (объекты управления 3-го уровня), а те в свою очередь перераспределяют

цели следующего уровня на профессорско-преподавательский состав (ППС) [4].

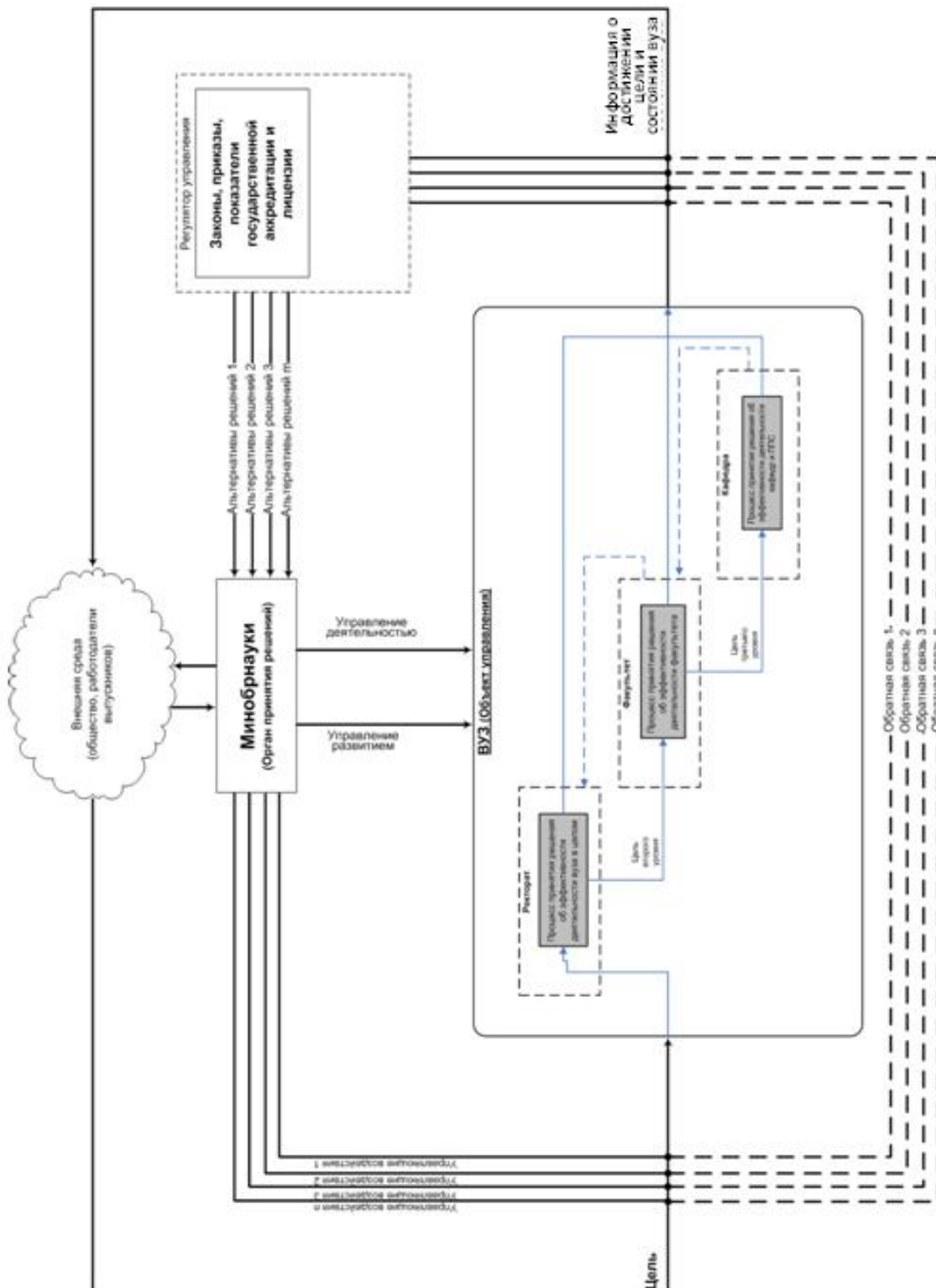


Рис. 1. Многоуровневая система управления вузом

ППС являются исполнителями целей более низкого уровня и

выступают средствами для достижения главной цели. Причем, с помощью механизмов обратной связи происходит "заикливание" процесса принятия решения до тех пор, пока вузом не будут выполнены все поставленные цели. На каждом уровне иерархии существуют похожие "циклы".

Увеличение объема информации, поступающей в администрацию вуза, усложнение решаемых задач, необходимость учета большого числа взаимосвязанных факторов и быстро меняющейся обстановки настоятельно требуют использовать класс вычислительных систем – системы поддержки принятия решений (СППР) [3].

2 Описание информационной системы управления вузом

Авторами была реализована информационная система поддержки принятия решений и оценки эффективности деятельности основных структурных подразделений и ППС вуза, которая способствует уменьшению трудоемкости принятия решений администрацией вуза по отношению к основным структурным подразделениям и ППС, автоматизации процедур визуального представления данных и формированию отчетов по любому запросу и на любой период времени, прогнозированию деятельности, разработке рекомендаций и методик принятия управленческих решений [5].

Информационная система поддержки принятия решений и оценки эффективности деятельности основных структурных подразделений и ППС вуза – ИСППР "Рейтинг" представляет собой веб-приложение, состоящее из PHP-скриптов, которые, в зависимости от запросов к базе данных, формируют HTML-страницы, отображаемые пользователю. Структура программного обеспечения – это клиент-серверная архитектура, в которой клиентами выступают браузеры, а сервером - веб-сервер. Корректное функционирование системы подтверждено тестированием в браузерах Internet Explorer (Windows), Opera (Linux SUSE 10.0), Kroneker (Linux Mandriva) и Safari (Apple iOS).

Были выделены основные структурные звенья информационной системы: подсистема ввода данных, подсистема контроля данных, подсистема обработки данных, подсистема формирования комплексной сравнительной оценки, подсистема управления с модулем поддержки принятия решений, подсистема визуализации данных, подсистема динамики развития и подсистема прогнозирования (рис. 2).

Отличительные особенности разработанной информационной системы:

1) модульность, упрощающая наращивание и расширение системы при последующем создании других ее компонентов;

2) многофункциональность и динамичность за счет легкой адаптации системы к различным типам образовательных учреждений, а также к другим предприятиям;

3) адаптивность системы к меняющимся внешним условиям, таким как замена аккредитационных показателей, выпуск новых законов и т.д.

4) кроссплатформенность, т.е. отсутствие привязки к работе под определенной операционной системой и браузером.

5) уменьшение трудоемкости принятия решений администрацией вуза за счет автоматизации процедур визуального представления данных и автоматического формирования отчетов по любому запросу;

6) рациональное принятие управленческих решений по отношению к профессорско-преподавательскому составу за счет обоснованных разработанных методик, корректно использованного программного и математического аппарата и т.д.

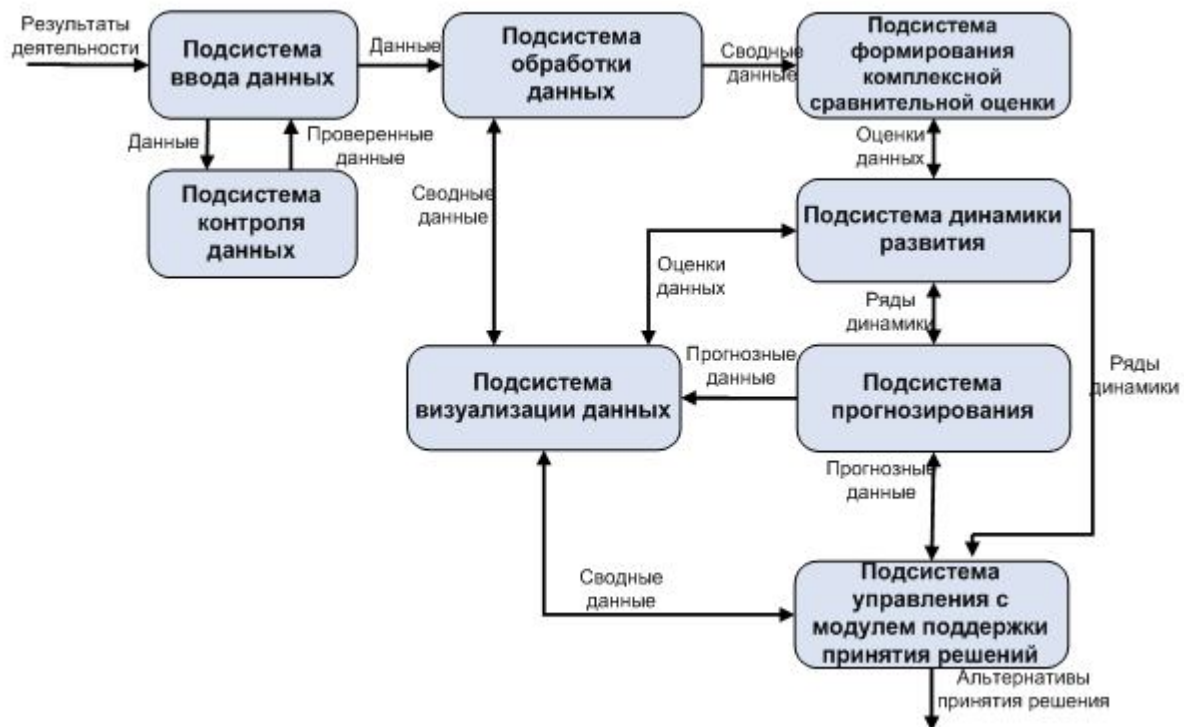


Рис. 2. Структура информационной системы

3 Результаты апробации информационной системы

Экспериментальная апробация информационной системы проводилась в естественных условиях в течение пяти лет на кафедрах в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс" (Госуниверситет - УНПК).

В ходе апробации были внесены изменения в информационную систему, касающиеся весовых коэффициентов показателей, защиты информации и визуального отображения информации. Приказом ректора Госуниверситета - УНПК была создана экспертная комиссия по принятию управленческих решений и рабочая группа по анализу весовых коэффициентов и формированию требований к ИС и назначены ответственные за заполнение базы данных. В рабочую группу вошли первый проректор, системные администраторы, деканы факультетов, проректора по учебной работе и по

научной работе, управление научно-исследовательских работ, управление подготовки кадров высшей квалификации и научно-методическое управление.

Разработанная авторами информационная система, позволила выявить динамику развития, сформировать прогнозные оценки и альтернативы принятия решения и выработать своевременные управляющие воздействия, что подтверждается повышением национального престижа вуза за счет высоких достижений в учебно-методической, научно-исследовательской работе и обеспеченности кадровым потенциалом.

Анализ показателей научной деятельности Госуниверситета - УНПК за 2007 - 2012 года подтвердил значительные превышения следующих критериев:

1) среднегодовой объем финансирования научных исследований за пять лет (тыс. руб.) – превышение в шесть раз (не менее 10 000, фактически 64 200);

2) среднегодовой объем научных исследований на единицу научно-педагогического персонала за пять лет (тыс. руб.) – превышение в 7 раз (не менее 18 000, фактически 123 500);

3) среднегодовое количество монографий на 100 основных штатных педагогических работников с учеными степенями и (или) званиями, изданных за пять лет превышение в 7 раз (не менее 2, фактически 14).

Проведенный анализ показателей результативности научно-исследовательской деятельности (НИД) 109 вузов Центрального федерального округа (ЦФО) показал, что Госуниверситет - УНПК по отдельным показателям превосходит средние показатели инновационных вузов, а в 2012 г. Госуниверситет-УНПК вошел в сотню лучших вузов России.

4 Заключение

Формируются новые требования и методы к управлению вузами, соответствующие международным стандартам. В общем понимании эти требования сводятся к доступности и прозрачности информации о качестве образования и динамике развитии по направлениям деятельности, о кадровом составе и его научных достижениях, обеспеченности вузов учебно-методической базой.

Информация о результатах и эффективности деятельности основных структурных подразделений и ППС вуза представляет собой важный ресурс для руководства только в том случае, когда она хорошо организована и представлена. Внедрение разработанной информационной системы поддержки принятия решений и оценки эффективности деятельности основных структурных подразделений и ППС вуза позволит достигнуть эффекта за счет рационального принятия управленческих решений по отношению к профессорско-преподавательскому составу.

Литература

1. Система самодиагностики для малых и средних предприятий [сайт]. – URL: <http://www.dist-cons.ru/testself/section1.html>.
2. Новиков, Д.А. Структура теории управления социально-экономическими системами [Текст] / Д.А.Новиков // УБС. – 2009. – Вып. 24. – С. 216 – 257.
3. Трахтенгерц, Э.А. Компьютерная поддержка принятия решений [Текст] / Э. А. Трахтенгерц. – М.: Синтез, 1998. – 376 с.
4. Преснецова, В.Ю. Многоуровневая система управления вузом [Электронный ресурс] / В.Ю. Преснецова, Т.Г. Денисова, Н.П. Подобина // Мат. V Междун. научно-технич. конфер. «Информационные технологии в науке, образовании и производстве».- Орел, 2012.- Режим доступа: <http://irsit.ru/article164>.
5. Преснецова, В.Ю. Методика организации управления деятельностью структурных подразделений и профессорско-преподавательского состава вуза [Текст] / В.Ю. Преснецова // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 6. – С. 115 – 123.

Симонова И.В.,

Российский государственный педагогический университет им. А.И.
Герцена, профессор
ir_1@mail.ru

Козлов О.А.,

Федеральное государственное научное учреждение «Институт
информатизации образования» Российской академии образования (ФГНУ
ИИО РАО), зам. Директора
ole-kozlov@yandex.ru

Бочаров М.И.

Федеральное государственное научное учреждение «Институт
информатизации образования» Российской академии образования (ФГНУ
ИИО РАО), зав. Лабораторией
mi1@mail.ru

Дидактические единицы по основам информационной безопасности в стандартах подготовки специалистов для системы образования

Для решения в системе профессионального образования педагогических проблем, связанных с обучением основам информационной безопасности и защиты информации как инвариантной составляющей информационной подготовки, направленной на формирование информационной культуры личности, требуется системный подход, реализующий методологические, организационные, содержательные, дидактические и технологические аспекты. Система подготовки в области информационной безопасности и защиты информации должна быть детерминирована по всем уровням образовательной деятельности, как общего (пропедевтика, базовый и профильный курсы информатики), так и профессионального образования: среднего, высшего, послевузовского, дополнительного, и ориентирована на различные специальности и специализации [1, 2, 3].

Важнейшим условием решения задач информационной безопасности является обеспечение и поддержание адекватного образовательного уровня общества, как в общеобразовательном отношении, так и в специфичных вопросах информационной безопасности» [4].

В рамках кадрового обеспечения информационной безопасности в сфере образования можно выделить следующие четыре направления [4, 5]:

1. Подготовка высококвалифицированных специалистов всех уровней для структур обеспечения информационной безопасности.

2. Повышение квалификации и переподготовка в направлении информационной безопасности специалистов самого различного уровня и профиля.

3. Формирование достаточно высокого уровня подготовки у выпускников по направлению «Педагогическое образование» в области информационной безопасности.

4. Формирование базового уровня понимания правовых и организационных вопросов взаимодействия личности, общества и государства в части информационной безопасности.

Действительно, в самом общем плане, категории специалистов, которым необходима подготовка по информационной безопасности в системе профессионального образования, могут быть сведены в несколько основных групп:

- специалисты в области информационной безопасности и защиты информации: аналитики по компьютерной безопасности, разработчики средств и систем безопасности, сотрудники органов, организаций и подразделений, занимающихся информационной безопасностью и защитой информации, в том числе в системах критических приложений;
- специалисты в области информационных технологий (ИТ-специалисты), обеспечивающие создание и эксплуатацию информационных систем, в том числе отвечающие за их администрирование и безопасность;
- специалисты, обеспечивающие эксплуатацию сложных иерархических человеко-машинных систем управления специального назначения (эргатических систем);
- все остальные специалисты, имеющие доступ к информационным системам, использующие информационные и коммуникационные технологии как в профессиональной деятельности, так и в интересах самосовершенствования и развития.

При этом каждая из групп может быть дифференцирована в зависимости от условий социального заказа на подготовку специалистов определенного профиля.

Подготовка кадров в области информационной безопасности имеет существенные особенности, поскольку выступает не только как реакция на спрос рынка в отношении таких специалистов, но и как важная составляющая комплекса мероприятий государства по противодействию угрозам в информационной сфере. Этими особенностями определяются и содержание подготовки специалистов, и особые требования, предъявляемые к образовательным учреждениям при организации такой подготовки.

Значительно сложнее обстоит ситуация с подготовкой специалистов в области информационной безопасности в широком понимании, т.е.

неспециалистов в области криптографии или защиты информации (см. табл.1.1), а это вся основная масса специалистов, чьим профессиональным инструментарием являются современные информационные и телекоммуникационные технологии. Обеспечение информационной безопасности любого объекта - государства, фирмы, учреждения, группы субъектов, объединенных некими отношениями, начинается с постановки задачи, определения значимых информационных потоков, ожидаемых взаимодействий с внешней по отношению к объекту средой, анализа угроз и построения системы защиты. Без соответствующего уровня подготовки в области информационной безопасности весь этот комплекс сложных наукоемких задач удовлетворительно решен быть не может.

Полноценно сформулировать задачи обеспечения информационной безопасности могут только лица, непосредственно определяющие стратегические цели защищаемого объекта и непосредственно управляющие информационными потоками.

Для специалистов в области педагогического образования основным полем и целью деятельности должны быть именно педагогика, методика, воспитание и т.п., а информационная безопасность - лишь одним из способов достижения цели, но способом, достаточно глубоко изученным. Для специалистов в области прикладной информатики (образование) обеспечение информационной безопасности в учреждениях образования является одним из приоритетных направлений их подготовки.

Глубокое понимание проблематики информационной безопасности подготавливаемыми в системе высшего профессионального образования специалистами в области образования может быть достигнуто образовательной деятельностью по направлению совершенствования информационной подготовки специалистов в области информационной безопасности за счет введения в соответствующие Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования дидактических единиц, объективно отражающих значимость и научный уровень решения этой проблемы, создания и укрепления внутридисциплинарных связей дисциплин информационного цикла и междисциплинарных связей с дисциплинами других разделов в рамках единой методической системы, обеспечивающей формирование уровня информационной культуры специалиста с обязательной составляющей - компетентностью в области информационной безопасности.

Вопросы информационной безопасности с той или иной степенью полноты и детализации нашли отражение в учебных планах и программах подготовки специалистов прикладной информатики (по областям) в том числе и в области образования и других категорий ИТ-специалистов. Помимо изучения проблематики информационной безопасности и защиты информации в рамках дисциплин информационного цикла их знания в этой области развиваются и систематизируются в рамках общепрофессиональных и специальных дисциплин соответствующей

направленности [6].

Для самой широкой категории специалистов, являющихся конечными пользователями современных информационных и коммуникационных технологий, в том числе и для будущих бакалавров и магистров педагогического образования, весь спектр вопросов по информационной безопасности в настоящее время сконцентрирован в курсе информатики и информационных технологий, что существенно сужает рассмотрение проблемы и нуждается в корректировке.

Как отмечается в [7, 8, 9, 10] важнейшей задачей является усиление подготовки специалистов по информационной безопасности гуманитарного профиля. На этом направлении более 10 лет активно работает Российский государственный гуманитарный университет, за последние годы подключились еще ряд вузов, МИФИ, МГУ и др., создано несколько специализированных кафедр. Таким образом, развитие образовательной области в данный момент требует скорейшего формирования комплекса специализаций социформирующих специальностей.

Технологии обеспечения информационной безопасности, защиты информации являются технологиями двойного назначения. Защита информации обладает существенным отличием от других технических направлений науки: защищенность информационной системы невозможно доказать или опровергнуть путем проверки этой системы на функционирование. При обосновании безопасности системы требуется думать за нарушителя, который предположительно владеет тем же специфичным набором средств, что и защитник. Поэтому знания в области создания защищенных информационных систем неотделимы от работ по построению новых вариантов атак. Данное обстоятельство определяет специфику подготовки кадров в этой области, отбор содержания и глубину изучаемого учебного материала, т.е. учета лояльности обучаемых.

Подготовка в области информационной безопасности носит ярко выраженный мультидисциплинарный характер: помимо знания информатики, информационных технологий и математики необходимо учебное соприкосновение с такими областями знаний, как философия, социология, культурология, правоведение.

В настоящее время развитие и совершенствование информационной подготовки студентов по направлениям «Педагогическое образование» [11, 12] и «Прикладная информатика» по профилю «Прикладная информатика в образовании» [13, 14] связано с изучением информатики, информационно-коммуникационных технологий, информационных систем, а также получением навыков их использования (офисные приложения, информационные системы в сферах специализаций и т.п.) в предметной области по предназначению.

Применительно к разделу «Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата» в «Федеральном

государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования» по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) «бакалавр») указано, что выпускник должен обладать 16 общекультурными компетенциями (ОК), в числе которых «способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-12)». В профессиональных компетенциях (ПК) выпускника в области педагогической деятельности, указана такая компетенция, которой он должен обладать «готовностью к обеспечению охраны жизни и здоровья обучающихся в учебно-воспитательном процессе и внеурочной деятельности (ПК- 8)». Аспект информационной безопасности здесь может подразумеваться в обеспечении здоровья обучающихся, а именно, в части связанной с негативным информационным воздействием на них, поступающим из различных информационных источников и с другой стороны в отсутствии доступа к информации, доступность которой обеспечивается на законодательном уровне, а также учете эргономических особенностей организации процесса работы с информацией, представленной на электронных носителях.

Основная образовательная программа (ООП) бакалавриата по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование предусматривает изучение следующих учебных циклов: гуманитарный, социальный и экономический циклы; математический и естественнонаучный цикл; профессиональный цикл; и разделов: физическая культура; учебная и производственная практики; итоговая государственная аттестация.

В разделе ООП «Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть», можно выделить содержательные элементы обучения ИБ, которые формируются в результате изучения базовой части цикла, так обучающийся, в том числе, должен уметь: создавать педагогически целесообразную и психологически безопасную образовательную среду, владеть: способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы); способами осуществления психолого-педагогической поддержки и сопровождения; способами предупреждения девиантного поведения и правонарушений.

В «Требованиях к условиям реализации основных образовательных программ бакалавриата», в том числе указано, «Оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными вузами и организациями должен осуществляться с соблюдением требований законодательства Российской Федерации об интеллектуальной собственности и международных договоров Российской Федерации в области интеллектуальной собственности. Для обучающихся должен быть

обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам».

В «Характеристике профессиональной деятельности магистров» по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (образование), указано, что он должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью ООП магистратуры и видами профессиональной деятельности в том числе и производственно-технологической деятельности: «принятие решений в процессе эксплуатации ИС предприятий и организаций по обеспечению требуемого качества, надежности и информационной безопасности ее сервисов».

В «Требованиях к результатам освоения основных образовательных программ магистратуры» указано, что выпускник должен обладать в том числе такой общекультурной компетенцией (ОК): способен понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-7) и профессиональной компетенцией (ПК) в производственно-технологической деятельности: «способен использовать передовые методы оценки качества, надежности и информационной безопасности ИС в процессе эксплуатации прикладных ИС (ПК-25)».

В структуре ООП магистров» по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (образование) в «Профессиональном цикле Базовой (общепрофессиональной) части» Учебных циклов и проектируемых результатов их освоения указано, что в результате изучения базовой части цикла, студент должен, в том числе знать: «методы оценки экономической эффективности и качества, управления надежностью и информационной безопасностью».

Как можно видеть из приведенных выдержек, что применительно к вопросам, связанным с «Информационными технологиями в образовании» содержащимися в «Математической и естественнонаучном цикле Базовой части квалификационных характеристик выпускников» по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (бакалавр) они не содержат никаких обязательных требований по вопросам информационной безопасности. При всей многовариантности дидактического содержания дисциплин «Философия», «Психология», «Естественнонаучная картина мира» «Экономика образования», «Основы математической обработки информации» и «Безопасность жизнедеятельности» лишь в малой части из них имеются дидактические единицы, относящиеся к области знаний по информационной безопасности, акцентированные на защиту информации. И только студенты, обучающиеся по специальности «Прикладная информатика (по областям)» получают необходимый минимум знаний по основам информационной безопасности в рамках соответствующей дисциплины «Информационная безопасность»[15].

Каждый учебный цикл по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (бакалавр) имеет базовую (обязательную) часть и вариативную (профильную), устанавливаемую вузом. Вариативная (профильная) часть дает возможность расширения и (или) углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет обучающемуся получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) для продолжения профессионального образования в магистратуре. За счет вариативной части, может быть восполнено формирование комплексного представления в области ИБ у будущих бакалавров Педагогического образования.

Сложность, многоаспектность и чрезвычайная важность для пользователей информационных и коммуникационных технологий проблематики информационной безопасности требуют комплексного, системного подхода к её изучению. Акцент на защиту информации при использовании информационных и коммуникационных технологий, сохранившийся «по инерции» со времён, когда собственником информации было только государство, и оно же решало все вопросы, связанные с защитой информации, а главенствующим был аспект конфиденциальности, в настоящее время архаичен. Такой акцент правомерен и необходим, например, при подготовке специалистов в области информационной безопасности, криптографии, защиты информации в органах управления и автоматизированных системах критических приложений. Однако, применительно к сфере педагогического образования, вопросы защиты информации являются лишь частью проблемы информационной безопасности возникающих в условиях информационного общества. Участником процессов связанных с ИБ в той или иной степени является каждый член современного постиндустриального общества. Поэтому решением специфических задач защиты информации в современном киберпространстве должны заниматься соответствующие специалисты, проектирующие, создающие и эксплуатирующие комплексные системы защиты информации. А для «обычного», квалифицированного пользователя информационных и коммуникационных технологий, каковым является любой современный специалист в сфере педагогики, уровень знаний, умений и навыков по применению информационных и коммуникационных технологий должен рассматриваться в контексте триады: «безопасность – социальная безопасность – информационная безопасность», где собственно защита информации должна носить личностно-ориентированный, «гигиенический» характер. Особую остроту приобретает гуманитарная составляющая проблемы информационной безопасности, предполагающая при подготовке специалистов решение задач «защиты от информации», адекватного гражданского воспитания, основанного, в т.ч. на информационном праве, высокой информационной культуры [16, 17].

Информационная подготовка будущих бакалавров, магистров в области образования, закладывающая фундамент их информационной культуры с обязательной составляющей – информационной безопасностью, строится в соответствии с профессиональными требованиями, отраженными в соответствующих государственных образовательных стандартах, по которым выпускник должен обладать: «владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения», «готовностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, готовностью работать с компьютером как средством управления информацией», «выпускные квалификационные работы предполагают: анализ и обработку информации, полученной в результате изучения широкого круга источников (документов, статистических данных) и научной литературы по профилю ООП магистратуры; анализ, обработку, систематизацию данных, полученных в ходе наблюдений и экспериментального изучения объектов сферы профессиональной деятельности; разработку проекта, имеющего практическую значимость». Эти основы информационной культуры, в первую очередь, учитывают технологическую и секьюритологическую составляющие сферы информационной безопасности.

Анализ содержания стандартов магистров по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование показал, что применительно к вопросам, связанным с информатикой в целом и информационной безопасностью в частности, квалификационные характеристики выпускников не содержат никаких обязательных требований. Вопросы, связанные с информатикой, включены в требования к профессиональной подготовленности выпускников по дисциплинам «Инновационные процессы в образовании», «Информационные технологии в профессиональной деятельности», однако вопросы информационной безопасности в явном виде не находят своего отражения в текстах соответствующих разделов стандартов.

В государственных образовательных стандартах по специальностям, 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) «бакалавр», «магистр»), для изучения проблематики информационной безопасности в дисциплину Математического и естественнонаучного цикла Базовой части «Информационные технологии в образовании» для бакалавров и в дисциплину ««Информационные технологии в профессиональной деятельности»» для магистров педагогического образования необходимо включить дидактическую единицу «Основы и методы информационной безопасности», а для магистров по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (образование) необходимо включить дидактические единицы, отражающие особенности обеспечения ИБ в образовательном учреждении и объединить полученный комплекс

дисциплин по ИБ в целостную систему.

Приведенный анализ стандартов, подтверждает ограниченность выбора дидактических единиц по информационной безопасности в дисциплинах информационного цикла. Конечно же, внимание, уделяемое проблеме информационной безопасности в дисциплинах информационного цикла, несоразмерно ее важности и актуальности.

Поэтому системное разрешение вышеуказанного противоречия, обеспечивающее эффективный рост уровня информационной подготовки и компетентности студентов педагогических специальностей в области информационной безопасности в соответствии с требованиями современной информационной среды и социальных отношений возможно путём разработки и реализации методической системы обучения основам информационной безопасности, что является актуальной и многоаспектной научной проблемой.

Литература

1. Роберт И. В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). 3-е изд. – М.: ИИО РАО, 2010. – 356 с.
2. Симонова И.В., Бочаров М. И. Концептуальные основы методической системы непрерывного обучения информационной безопасности школьников / Вестник Российского университета дружбы народов /Серия Информатизация образования/- М., 2011, № 4.
3. Бочаров М.И. Уровни обучения информационной безопасности в высшем профессиональном образовании педагогов / Ученые записки. Вып. 29. Часть1. — М.: ИИО РАО, 2009. 245 с. — С. 228-230.
4. Белов Е.Б. Состояние, проблемы и развитие профессионального образования в области информационной безопасности / Безопасность информационных технологий, 2005, №1. С.6-13.
5. Основы информационной безопасности: Учебное пособие для вузов / Е.Б. Белов, В.П. Лось, Р.В. Мещеряков, А.А. Шелупанов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006. – 544 с.
6. Сухомлин В.А. ИТ-образование: концепция, образовательные стандарты, процесс стандартизации. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 175 с.
7. Белов Е.Б., Лось В.П. Образование в области информационной безопасности: принципы совершенствования подготовки кадров / Информационное право: информационная культура и информационная безопасность // Материалы научно-практической конференции 17-19 октября 2002г. – СПб.: Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов, 2002. – С. 123-124.
8. Белов Е.Б., Лось В.П. Образование в области информационной безопасности: принципы совершенствования подготовки кадров / Информация и связь. 2002, №2. – С.94-96.
9. Моцак М.В. Информационная культура и информационная безопасность – условия успешности процессов информатизации в России / Информация и связь. 2002, №2. – С.16-18.
10. Соколова И.В. Социологические проблемы информационной безопасности / Информация и связь. 2002, №2. – С.24-32.
11. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) "бакалавр") // Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 января 2011 г. № 46 /

http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_11/prm46-1.pdf

12. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 050100 Педагогическое образование (квалификация (степень) "магистр") // Утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 января 2010 г. № 35 / http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_10/prm35-1.pdf

13. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (квалификация (степень) «бакалавр») // Утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 декабря 2009 г. № 783 / http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_09/prm783-1.pdf

14. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 230700 Прикладная информатика (квалификация (степень) «магистр») // Утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 декабря 2009 г. № 762 / http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_09/prm762-1.pdf

15. Заболотский В. П., Степанов А. Г. Информационная безопасность как составляющая системы обучения информатике в высших учебных заведениях по экономическим специальностям / III Санкт-Петербургская межрегиональная конференция «Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2003). – СПб., 2003. – С.170.

16. Поляков В.П. Аспекты информационной безопасности в подготовке специалистов в системе ВПО // Современные информационные технологии и ИТ-образование. Сборник докладов НПК. – М.: МАКС Пресс, 2005. С. 652

17. Козлов, О.А., Поляков, В.П. Обучение информационной безопасности студентов вузов: Концепция / О.А. Козлов, В.П. Поляков. – М.: ИИО РАО, 2007. – 164с.

Симуни М.Л.

Санкт-Петербургский государственный университет,
старший преподаватель
simuni@mail.ru

Использование инструментальной системы Sparse Assist при обучении программированию задач обработки разреженных матриц

Аннотация

В работе рассматриваются особенности обучения программированию задач обработки разреженных матриц и возможности использования инструментальной системы SparseAssist при обучении программированию в данной предметной области.

В первой части рассматриваются основные особенности программирования задач обработки разреженных матриц. В частности, описываются типичные проблемы и трудности, возникающие при создании программ.

Во второй части рассматриваются особенности обучения программированию таких задач. Обосновывается целесообразность получения навыков работы с разреженными матрицами, в том числе и для специальностей, не связанных прямо с вычислительными методами или математическим моделированием.

В третьей части перечисляются некоторые типичные трудности, возникающие при обучении. Рассматриваются возможности инструментальной системы SparseAssist, которые можно применить при обучении программированию для разреженных матриц. В четвертой части описываются другие подходы к рассматриваемой задаче.

Некоторые особенности программирования задач обработки разреженных матриц

Разреженные матрицы - это матрицы, большинство элементов которых равны нулю [1]. Матрицы такого вида имеют большое значение в самых разных приложениях, от систем математического моделирования [2] до задач ранжирования веб-страниц в поисковых системах [3].

Программирование задач обработки разреженных матриц обладает рядом особенностей, которые делают его достаточно сложным, во многом не похожим на программирование в других предметных областях, и требующим, как правило, специального обучения. Рассмотрим некоторые из этих особенностей.

Во первых, многие важные задачи, которые возникают в этой предметной области имеют очень простую формулировку: например умножение матрицы на вектор, сложение и умножение матриц, разложение

матрицы на произведение двух треугольных матриц (LU разложение) и т.д. Решение этих задач для обычных матриц не представляет труда даже для начинающего программиста (однако необходимо отметить, что если ставится задача достижения максимальной производительности, то и создание программ для обычных матриц требует высокой квалификации [4].)

Для разреженных матриц программирование даже задач с простой формулировкой представляет значительную сложность. У начинающего программиста даже задача умножения матрицы на столбец может вызвать затруднения, задача сложения матриц требует хороших навыков программирования, а написание эффективной реализации умножения матриц требует знания специальных приемов программирования [1]. Если же речь идет о достижении максимальной производительности, то и такие простые задачи, как умножение матрицы на столбец становится сложной задачей, существенно зависящей как от архитектуры компьютера, так и от особенностей матрицы [5].

Перечислим некоторые другие особенности:

- Для хранения данных используются специальные форматы, обеспечивающие компактное представление данных (например, сжатое представление по строкам, по столбцам, различные формы диагональных представлений, блочные представления [1,2]). Выбор оптимального представления зависит от структуры матрицы данной задачи, и в разных случаях имеет смысл использовать разные форматы.
- Форматы представления данных накладывают существенные ограничения на порядок обхода матрицы. Например, при использовании наиболее распространенного сжатого представления по строкам (CSR) [1], обход матрицы по столбцам становится очень неэффективным. (Это, в частности, приводит к существенному усложнению алгоритма умножения матриц.)
- Как правило, предъявляются очень высокие требования к быстродействию. Как следствие, программы пишутся обычно на сравнительно низком уровне, без использования классов и т.д. и получаются сравнительно плохо читаемыми.
- Еще одно следствие высоких требований к быстродействию – это необходимость анализа ‘узких’ мест программы. Без навыков работы в данной предметной области такой анализ, как правило, вызывает затруднения. Например, при сложении или умножении матриц, существенное влияние на скорость работы оказывает то, насколько быстро мы можем обнулять используемые во время работы вспомогательные массивы, и для ускорения этой операции используется специальное представление данных [1]. Для программиста, привыкшего работать в других предметных областях,

необходимость оптимизации этого аспекта программы является в большинстве случаев неочевидной.

- При написании программ используются способы представления данных, редко встречающиеся в других областях (например, так называемые расширенные накопители [1]). Кроме этого, широко используются некоторые подходы, которые, хотя и встречаются в других областях, но не так распространены. Например, очень эффективной оказывается идея разделения алгоритма на два этапа – сначала проводятся символьные вычисления, которые используют только форму исходных матриц и определяют форму матрицы-результата, а потом, на втором этапе, проводятся вычисления с конкретными числами.

Необходимо отметить еще одну важную особенность: на современных компьютерах чрезвычайно важную роль играют вопросы организации многопоточной, параллельной или распределенной обработки матриц. Однако в данной работе мы изучаем вопросы, связанные с программированием последовательной обработки матриц и не рассматриваем вопросы, связанные с параллельной обработкой.

Целесообразность изучения обработки разреженных матриц в курсе программирования

Программирование задач, связанных с разреженными матрицами, сравнительно редко включается в курсы информатики и программирования для специальностей, не связанных с численными методами и математическим моделированием. Наиболее часто эти задачи рассматриваются в курсах, связанных с параллельным программированием (например, [6]). Кроме этого, такие задачи довольно часто включаются в курсы представления данных, но, как правило, в этом случае они рассматриваются просто как пример сложного типа данных, и не ставится задача создания высокопроизводительной реализации.

Как нам кажется, обучение навыкам программирования задач разреженных матриц имеет смысл и для специальностей, не связанных прямо с прикладными применениями матриц и может быть использовано как средство повышения общего уровня подготовки программистов. Приведем некоторые обоснования полезности такого обучения:

- Разреженные матрицы могут рассматриваться как пример предметной области, в которой необходимо использовать нестандартное представление данных, отличное от того, что используется в других разделах курса программирования (виды сжатого представления матриц, расширенные накопители и т.д.). Даже если это не пригодится программистам в их практической деятельности, это будет способствовать расширению их кругозора.
- Данная предметная область дает возможность на относительно простых примерах практически понять важность знакомства с

архитектурой компьютера для создания высокопроизводительных вычислений (например, влияние кэш-памяти на производительность). Таким образом, более конкретным становится понимание архитектуры современных компьютеров.

- Появляется возможность получения навыков поиска оптимального решения среди многих вариантов, в частности, с учетом специфики входных данных. Как уже упоминалось, для алгоритмов обработки разреженных матриц характерно наличие большого числа вариантов, и выбор оптимального варианта представляет сложную и интересную задачу, зависящую от большого числа факторов. (Некоторые примеры такого выбора оптимального варианта приведены в [6].)
- Некоторые идеи, такие, как, например, введение предварительного этапа, символьных вычислений, являются полезными и для других предметных областей.

Некоторые другие обоснования для использования разреженных матриц в курсе программирования приведены в [7].

Некоторые типичные трудности, возникающие при обучении. Использование инструментальной системы Sparse Assist

Практика показывает, что при обучении программированию задач обработки разреженных матриц, обучающиеся часто испытывают трудности, связанные часто не столько со сложностью алгоритмов, сколько со сложностью понимания программ. Перечислим некоторые из возникающих при этом проблем:

- Использование относительно низкоуровневых конструкций приводит к тому, что связь кода с исходной постановкой задачи становится неочевидной.
- В программе присутствует большое количество вспомогательного кода.

В результате, для программиста, не имеющего опыта работы с такими задачами, становится сложным как понять отдельные фрагменты кода, так и охватить общую картину. Приведем в качестве примера простой фрагмент реального кода, взятый из библиотеки CSparse [2] (рис. 1).

```
int p, j, n, *Lp, *Li; double *Lx;
n = L->n; Lp = L->p; Li = L->i; Lx = L->x;
for (j = 0; j < n; j++) {
    x [j] /= Lx[Lp[j]];
    for (p = Lp [j]+1; p < Lp [j+1]; p++)
        x[Li[p]] -= Lx[p]*x [j];
}
```

Рис. 1. Фрагмент кода для решения треугольного матричного уравнения $Lx = b$

Для неподготовленного пользователя часто представляет трудность,

как и общее понимание кода, так и выделение в нем отдельных частей – например, кода, отвечающего за обход матрицы или кода, выполняющего вычисления.

Для того, чтобы упростить и сделать более понятным работу с кодом предлагается использовать возможности инструментальной системы Sparse Assist [8]. Sparse Assist – это инструментальная система поддержки создания программ для обработки разреженных матриц. Система ориентирована в основном на профессионального разработчика и предназначена для использования при разработке новых версий системы инженерного моделирования ELCUT [9]. Основное назначение системы Sparse Assist – предоставить разработчикам средства рефакторинга, удобные возможности для перехода от одного варианта реализации алгоритма к другому.

Но, кроме этого, система Sparse Assist содержит ряд возможностей, которые могут быть полезны и при обучении. Рассмотрим их подробнее:

Использование цвета для выявления логики программы. Sparse Assist позволяет выделить в тексте разными цветами код, отвечающий за обход разреженной матрицы, код, выполняющий вычисления, и вспомогательный код. В результате программисту становится легче сконцентрироваться на важном для него в данный момент аспекте программы.

Подсказки в виде всплывающих окон или комментариев. Система показывает для фрагментов программы их смысл (в терминах операций надо обычными матрицами) в виде всплывающих окон-подсказок. Например, подведя курсор к фрагменту $Lx[Lp[j]]$ в тексте программы, программист увидит в всплывающем окне надпись $L[j,j]$ - пояснение смысла исходного текста. Предусмотрена также возможность добавить поясняющую надпись в текст в виде комментария.

На рис 2. приведен пример кода с выделенным цветом кодом, отвечающим за вычисления и добавленными комментариями.

```
int p, j, n, *Lp, *Li; double *Lx;
n = L->n; Lp = L->p; Li = L->i; Lx = L->x;
for (j = 0; j < n; j++) {
    x [j] /= Lx [Lp [j]]; // x[j] /= L[j][j];
    for (p = Lp [j]+1; p < Lp [j+1]; p++)
        x[Li[p]] -= Lx[p]*x[j];
}
```

Рис. 2. Фрагмент кода с выделенным цветом частью кода, отвечающей за вычисления и добавленными комментариями.

Вставка стандартных фрагментов кода. Простой, но полезной возможностью, является наличие в Sparse Assist функции вставки стандартных фрагментов кода, характерных для обработки разреженных матриц (обход матрицы, описание и инициализация расширенного накопителя, слияние двух разреженных строк и т.д.)

Описанные возможности реализованы с использованием платформы Eclipse CDT [10, 11] и использует встроенные в нее возможности задания аннотаций.

Другие существующие подходы

В работе [12] рассматривается система, помогающая пользователю понять код, работающий с разреженными матрицами. Система работает при помощи поиска в тексте программы фрагментов, соответствующих описанным заранее базовым методам работы с матрицами.

Существует ряд работ, в которых делаются попытки полностью или частично автоматизировать разработку оптимальных алгоритмов для работы с разреженными матрицами. В частности, в работе [13] рассматривается возможность автоматической генерации оптимальной программы по ее высокоуровневому представлению. При этом получается достаточно эффективный код, хотя и уступающий по эффективности коду, созданному вручную. Такой подход, видимо, мог бы быть полезен и в процессе обучения, в особенности, если бы он был дополнен средствами объяснения выбранного варианта реализации.

Заключение

В работе описаны основные возможности инструментальной системы Sparse Assist, которые позволяют использовать ее при обучении навыка программирования задач обработки разреженных матриц. Использование этой системы упрощает создание и понимание программ в данной предметной области. Обучение программированию для задач обработки разреженных матриц может быть полезно не только в курсах, связанных с решениями вычислительных задач, но и в других курсах с целью повышения качества подготовки программистов.

Литература

1. Писсанецки С. Технология разреженных матриц. – М.: Мир, 1988. – 416 с.
2. Davis, T. A. Direct Methods for Sparse Linear Systems. - SIAM, Philadelphia, PA, 2006. – 229 p.
3. Brin S., Page L. The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine. //COMPUTER NETWORKS AND ISDN SYSTEMS. Elsevier, 1998, pp. 107-117.
4. Донгарра Д., Лушчек П. Как первоклассный код развивается вместе с аппаратным обеспечением. //Идеальный код/ Под ред. Э. Орама и Г. Уилсона.- СПб.: Питер, 2011. С. 263-289.
5. Karakasis V, Goumas G, Koziris N. Performance models for blocked Sparse Matrix-Vector multiplication kernels. //Proceedings of the 2009 International Conference on Parallel Processing, 2009. pp, 356-364.
6. Мееров И.Б., Сысоев А.В. Разреженное матричное умножение. Н.Новгород, 2011. – 82 с. <http://www.software.unn.ru/ccam/file.php?id=568>
7. Brandon D. Sparse matrices in CS education. //J. Comput. Sci. Coll. 2009, V.24 N. 5, pp. 93-98.
8. Симуни М.Л. Проект системы рефакторинга, ориентированной на программы обработки разреженных матриц. //Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 10: Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. 2010, 2. - С. 122-128.

9. Дубицкий С.Д. ELCUT 5.1 - платформа разработки приложений анализа полей. //Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2004, Н. 1(5). С. 20--26.
10. Гамма Э., Бек К. Расширения Eclipse: принципы, шаблоны и подключаемые модули – М.:КУДИЦ-Образ, 2005. – 384 с.
11. Prigogin S. C++ Refactoring - Now for Real //EclipseCon 2012. – 12 p.
12. Kessler C., The SPARAMAT Approach to Automatic Comprehension of Sparse Matrix Computations. //Proc. of the 7th International Workshop on Program Comprehension. 1999. pp. 200-207.
13. Ahmed, N., Mateev N., Pingali K..A framework for sparse matrix code synthesis from high-level specifications. //Proc. of the 2000 ACM/IEEE conference on Supercomputing (CDROM) (Supercomputing '00). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, Article 58.

Терехов А.Н.

заведующий кафедрой системного программирования СПбГУ
ant@math.spbu.ru

Роль инноваций в обучении аспирантов в области программной инженерии

Аннотация

Способы подготовки программных инженеров высшей квалификации существенно отличаются от обучения специалистов по информатике (Computer Science). И там, и там нужна серьезная математическая подготовка, особенно в области дискретной математики и теории алгоритмов, но программные инженеры должны, кроме этого, хорошо понимать многие «производственные» вопросы, такие как управление проектами, руководство коллективами разработчиков, оценка качества и т.д. Проблема в том, что в отличие от теоретических вопросов «производственные» темы невозможно освоить «с мелом у доски». В данном докладе говорится о том, как эти проблемы решаются коллективом кафедры системного программирования СПбГУ, причем начиная с далеких советских времен. Основной акцент делается на поддержку инновационной активности аспирантов.

Введение

Еще будучи студентом, я завидовал своим друзьям-алгебраистам, так как им для получения результатов были нужны только карандаш и бумага, а мне – ЭВМ, один час работы которой стоил тогда 200 рублей (при соотношении 1 доллар = 60 копеек), а часто и еще несколько помощников. И в наше время исследования в области Computer Science весьма близки к работам чистых математиков, а вот работы по Software Engineering имеют существенные отличия. Чтобы реализовать транслятор или операционную систему, нужен коллектив единомышленников и довольно много времени (и денег!).

С другой стороны, программные инженеры создают продукты, которые можно продать на рынке, а теоретики – нет. Вот здесь и кроется главная трудность подготовки молодых программистов высокой квалификации. Чтобы сделать что-то высокотехнологичное, а не очередную систему заказа такси, гостиниц, билетов и т.п., нужны опытные тьюторы и немалые финансовые средства, а найти их под «голую идею» очень не просто. Определенные заделы можно и нужно получить в процессе PhD обучения. У нас на кафедре системного программирования СПбГУ студентов старших курсов и аспирантов учат не только наукам в соответствии с международными стандартами (сотрудники нашей кафедры участвовали в переводе на русский язык международных образовательных стандартов [1] и разработали на их основе российские стандарты, по

которым мы и работаем), но и как составить заявку на получение инвестиций, как общаться с инвесторами, как составить бизнес-план, основам бухгалтерии и т.д. Каждый студент знает американскую поговорку: «Если ты такой умный, то почему такой бедный».

Такой прагматичный подход к обучению сложился не вчера, просто в советские времена были другие порядки, по-другому финансировались научные исследования, но и тогда можно было сделать что-нибудь стоящее. Поэтому я начну свой доклад с описания нескольких аспирантских работ тех времен, которые заложили прочную основу нашего коллектива, а закончу кратким перечнем тех работ, которые выполняются моими сегодняшними аспирантами. Надеюсь, изложение в таком «историческом» аспекте продемонстрирует преемственность нашей школы.

Далекая история

В 1968 году доктор физ-мат наук Г.С. Цейтин собрал большую группу студентов и преподавателей мат-мех факультета ЛГУ для изучения и реализации языка Алгол 68, официального сообщения о котором еще не было. Язык был очень трудным, поэтому нам пришлось искать новые методы практически по всем аспектам его реализации, начиная от структуры компилятора. Целевой ЭВМ была ЕС ЭВМ, которой в то время так же не существовало (это клон IBM/360, над копированием которой работы только начинались).

В 1974 году было опубликовано Пересмотренное Сообщение об Алголе 68, язык существенно изменился (в лучшую сторону), тогда же закончилась исследовательская часть нашей работы, для отладки транслятора приходилось каждую неделю ездить в Москву, где было установлено 2 оригинальных IBM/360 (модель 50), купленных в обход американских ограничений.

Работать приходилось ночами, это очень не нравилось старшим товарищам, поэтому очень быстро я стал руководителем всего коллектива. Заключение договоров, торговля за цену договора, отчеты, этапы, выплата премий – все это было очень далеко от спокойной исследовательской работы в университетской лаборатории. Но для меня это было хорошей школой жизни. В 1976 году транслятор заработал, это был первый в СССР транслятор с языка Алгол 68. В 1978 году я защитил кандидатскую диссертацию по теме «Методы синтеза эффективной рабочей программы».

В советские времена мы жили не очень богато, но стабильно, финансирование науки осуществлялось государством на достаточно высоком уровне. Мы выполнили несколько интересных работ, теперь уже мои аспиранты защищали диссертации по полученным результатам. Приведу список аспирантов (далеко не полный), выполнивших такие работы, которые на долгие годы определили направления исследований нашего коллектива.

1. Тобиас Фишер, ГДР (1986) "Разработка технологии программирования на основе специализированных языков, базирующихся

на языке Алгол 68". Алгол 68 был, по-видимому, первым языком, в котором можно было описывать новые типы данных и операции над ними, в том числе, переописывать стандартные знаки операций. Вместе с возможностью раздельной трансляции фрагментов программы (не только процедур) в заданном контексте и накопления контекстов это дало возможность создания специализированных языков для различных предметных областей без реализации новых трансляторов. В диссертации Т.Фишера эти возможности исследовались на примерах задач планиметрии, бухгалтерских расчетов, математической физики и т.д. Заметьте, это было более 25 лет назад, но уже тогда мы занимались тем, что сегодня называют DSL. И до сих пор это направление для нас приоритетно.

2. Н.Ф. Фоминых (1987) "Интерпретатор автокода МК «Эльбрус» для ЕС ЭВМ". МК «Эльбрус» - оригинальная советская ЭВМ, ориентированная на алгоритмические языки высокого уровня (HLL computer), ее выпуск задержался более чем на 5 лет, однако ПО для нее разрабатывалось многими организациями в СССР. Эффективная реализация, хорошая диагностика, удобные средства отладки обеспечили этому интерпретатору большое количество пользователей, им активно пользовались даже после начала выпуска МК «Эльбрус». В советское время получить больше 1,5 месячной зарплаты было нельзя, поэтому при поставке интерпретатора мы стали требовать вместо денег новые ЭВМ. Вскоре наша лаборатория обладала более мощным вычислительным центром, чем весь университет. Это давало нам возможность вести крупные работы, привлекать молодых специалистов, заниматься не только плановыми темами, но и какими-то исследованиями впрок. Так мы впервые получили навыки предпринимательства.

3. Н.Н. Дацун (1987) "Инструментальные средства автоматизации проектирования вычислительных устройств на базе микропроцессорных наборов". На базе Алгола 68 был создан специализированный язык для описания популярных на то время микропроцессорных наборов (структура, контакты и процедуры, которые по входным сигналам вычисляли значения выходных сигналов). Были также разработаны удобные графические средства задания сложных схем, состоящих из базовых микропроцессорных элементов. В результате выполнялись многие проверки корректности схем и автоматически генерировался функциональный интерпретатор схемы в целом. В каком-то смысле эта работа стала предтечей наших исследований по CoDesign и NaSCoL – высокоуровневым средствам проектирования кристаллов.

4. А.П. Попов (1987) "Методы реализации языка Ада". Это была первая реализация языка Ада (стандартного языка Министерства обороны США) в СССР. Первоначально система работала на ЕС ЭВМ, а через несколько лет была перенесена на ПЭВМ. Времена были суровые, наши военные тщательно отслеживали все американские новинки, по закрытым каналам нам достали официальный сертификационный набор тестов

(более 2000 штук). В этих тестах мы нашли 15 ошибок и написали об этом авторам (адрес был известен). Через 2 месяца получили ответ: «Спасибо, вы абсолютно правы, это наши ошибки, но скажите, откуда вы взяли эти тесты?».

5. С 1980 года коллектив нашей лаборатории начал активное сотрудничество с промышленными организациями. Оказалось, что методы программирования и способы организации коллективов разработчиков, принятые в Университете, никак не подходят для больших коллективов, работающих в промышленности. Мы разработали несколько специализированных языков и трансляторов для них (более 25), средства слежения за ходом разработки, документирования, отладки и установки на целевые ЭВМ. Именно тогда (в 1984 году) мы впервые оценили преимущества проектирования ПО в виде графических диаграмм (SDL, SSITU Z.100). Разработанные нами технологии стали активно использоваться, в 1991 году я защитил докторскую диссертацию «Технологии программирования встроенных систем реального времени». Работы по графическим технологиям и сегодня для нас очень важны.

6. А.А. Бульонкова (1993) "Управление данными во встроенных системах".

Журнализация и тому подобные способы восстановления баз данных после сбоев не подходят для систем реального времени, так как могут продолжаться заранее не определенное время. А.А. Бульонкова спроектировала и реализовала систему управления базами данных на основе стратегии тщательного замещения, когда ни один блок не пишется на диск на старое место, в результате, откат транзакции ничего не стоит – все блоки на месте. Внутри транзакции составлялся цепной список из блоков, в которых информация заменилась. Самым трудным было обеспечение переноса всего этого списка в рабочую базу данных одной физической записью на диск.

7. В.В. Парфенов (1995) "Проектирование и реализация программного обеспечения встроенных систем с использованием объектно-базируемого подхода".

В это время объектно-ориентированный подход практически не применялся при реализации встроенных систем реального времени (по крайней мере, в России). Нам удалось придумать эффективную реализацию вычислительного процесса, при которой объекты относительно долго работают со своими локальными данными, а затем по конвейеру передают результаты своей работы следующим объектам. Технология RTST создания ПО телефонных станций, разработанная в диссертации В.В. Парфенова, с успехом используется до сих пор. В этой работе мы впервые познакомились и освоили подход «программирование от данных».

8. Ю.К. Лаврова (1995) "Методика разработки кодогенерирующей части трансляторов на примере семейства трансляторов с Алгола 68". Наш базовый транслятор с языка Алгол 68 для ЕС ЭВМ еще в семидесятые

годы был написан на самом Алголе 68 и переносился на другие ЭВМ методом раскрутки. Но, естественно, генерацию эффективного кода для каждой ЭВМ приходилось делать заново. Ю.К. Лаврова сделала это для ПЭВМ. Даже я удивляюсь, но до сих пор 1-2 раза в месяц нам приходят запросы на получение копии этого транслятора и документации к нему.

Недавняя история

1. Л.А. Эрлих, США (2002) "Технология реинжиниринга и компонентизации устаревших программных комплексов".

С начала 1990-ых годов мы работали по заказам нескольких компаний из Северной Каролины (США), разрабатывая инструментальные средства для восстановления утраченных знаний об устаревших программах и переводу их на новые платформы. Трижды Gartner Group признавала наши продукты лучшими в мире в областях Legacy Understanding и Legacy Transformation. Один из наших заказчиков, американец родом из Одессы Лен Эрлих, решил защитить диссертацию по нашим совместным разработкам. Мы занимались реинжинирингом 20 лет, но лишь недавно стали получать заказы на реинжиниринг от российских банков и предприятий.

2. Д.Ю. Булычев (2004) "Прототипирование встроенных систем на основе описания макроархитектуры".

Более 15 лет мы работали над темой CoDesign – как создать процессор, оптимизированный на заданный класс задач. Д.Ю. Булычеву удалось найти интересное решение этой задачи, причем он довольно далеко отошел от первоначальных идей. Сейчас разработанный им язык HaSCoL (Hardware and Software CoDesign Language) успешно используется при проектировании заказных микросхем. Мы потратили 6 лет и более \$0.5 млн, чтобы превратить этот научный результат в промышленную технологию. Сегодня у нас уже есть опыт разработки гибких кристаллов (FPGA), причем программы на языке HaSCoL получаются в 5-6 раз короче, чем на традиционном языке VHDL и намного более легкими в понимании и сопровождении. Сейчас мы работаем над созданием Fabless-компании в надежде получить конкурентное преимущество при реализации наиболее трудной компоненты кристалла – поведенческой модели до уровня RTL (Register Transfer Level).

3. А.Н. Иванов (2005) "Автоматизированная генерация информационных систем, ориентированных на данные".

Наш опыт применения графических диаграмм, накопленный в разработке встроенных систем реального времени, мы попытались применить при реализации информационных систем для нашего Университета (Абитуриент, Студент, Аспирант, Кадры и т.п.). Нам удалось придумать варианты UML для описания и автоматической генерации баз данных, сложных форм ввода/вывода, определения ограничений и задания бизнес-правил. В результате, более 15 систем реализовано практически без единой строчки кода, написанной вручную. Сейчас этими системами

пользуются более 20 российских университетов.

Из приведенных списков видно, что в защитах диссертаций есть большие перерывы. В начале 1990-ых годов государство перестало финансировать науку, даже в интересах военных, мы буквально голодали, много моих учеников уехало в США и другие западные страны. Никто из молодых не хотел заниматься наукой, так как понимали, что на зарплату ученого не прожить. Чтобы сохранить коллектив, мы создали свое предприятие ТЕРКОМ (ТЕРехов и его КОМанда) и начали активно искать западные заказы на разработку ПО. С самого начала я настаивал, что мы будем брать только технически сложные заказы, где можем продемонстрировать наши математические знания и опыт предыдущих лет. От простых, даже выгодных, заказов мы отказывались (что поначалу вызывало гнев молодых сотрудников).

Нам удалось заключить серию договоров с итальянской компанией ITALTEL (Милан), оказалось, что разработка электрических схем и кристаллов – это тоже во многом математическая работа. Мы разработали первый в Европе АТМ коммутатор, средства управления большими телекоммуникационными сетями, выполнили несколько интересных исследований, но диссертаций никто из моих коллег не защитил. Такие были времена.

Как видно из предыдущего изложения, одним из наших главных научных направлений была реализация трансляторов. К началу 90-ых годов в России все стали пользоваться трансляторами фирм Borland и Microsoft, поток заказов иссяк. Я уже начал подумывать о переквалификации многих сотрудников, хотя терять опыт и заделы было безумно жаль, но тут к нам обратились американцы из компании SEER Technology (Северная Каролина). По их словам, в мире накоплено «тонны» программ, написанных на COBOL, PL/I, Adabas Natural и других старых языках. Эти программы все еще важны для бизнеса, но очень сложны и дороги в сопровождении, поэтому их нужно перевести на новые программные платформы, для чего нужно применять многие техники трансляции. Так как старые языки имеют множество неприятных черт, пришлось разрабатывать и новые приемы трансляции. Мы достигли определенных успехов, получили заказы еще от двух компаний из Северной Каролины – Relativity Technologies и Blue Phoenix. По реинжинирингу было защищено более 40 дипломных работ и 3 кандидатских диссертации, из которых я упомянул только одну – ее защитил один из наших американских заказчиков.

Исследования, проводимые в настоящее время

Нам удалось сохранить коллектив и даже расширить его молодыми преподавателями и исследователями. Существенно более активную позицию занимают и студенты нашей кафедры. Чтобы облегчить сближение образовательного процесса с индустрией, мы более 10 лет назад начали строить систему студенческих исследовательских проектов.

Студентам второго курса предлагается 10-12 тем для исследования, темы могут быть самыми разными – от игр до технологий реинжиниринга, но организация студенческих коллективов базируется на строгих правилах, принятых в промышленности (жесткое планирование, еженедельные отчеты, контроль версий, оценка качества, формирование коллектива и так далее). Каждой темой руководят 2-3 сотрудника (тьютора) из разных ИТ-компаний Санкт-Петербурга, в том числе и из нашей компании Ланит-Терком. Тьюторы не только отслеживают выполнение работ, но и ненавязчиво объясняют студентам правила игры, принятые в промышленности, например, обязательность быстрого ответа на каждый e-mail, поддержание дружеской обстановки в коллективе, личная ответственность за выполнение своего участка работы. Лучшие студенты приглашаются на летнюю школу, где они в течение месяца по 4 часа в день работают в существенно более плотном режиме, чем в студенческих проектах. В результате, действительно хорошие студенты получают сертификат, который важен при приеме на работу практически в любую ИТ-компанию нашего города. Многолетняя практика показала, что сотрудники, прошедшие такое регулярное обучение в студенческих проектах, работают в компании в среднем более 7 лет. Сотрудники же, которые пришли «с улицы», - не более двух лет. Таким образом, практика дополнительного производственного дообучения важна не только с точки зрения нахождения кадров, но и их удержания [2].

Сегодня ситуация с финансированием в России существенно улучшилась, появилось множество венчурных фондов, активно работают Российский фонд фундаментальных исследований, фонд Бортника, фонд «Сколково» и другие фонды. Но уровень зарплат научных работников все еще не сравним с возможностями западных ученых. Особенно плохо обстоит дело с фундаментальными исследованиями, например, на те средства, которые предоставляет РФФИ совершенно невозможно выполнить серьезное исследование в области программной инженерии.

В этих условиях нужно искать какие-то новые формы финансирования научных исследований. Несколько раз нам удалось выполнить достаточно серьезные исследования за деньги заказчиков сложных проектов. Интеллектуальная собственность на результирующий продукт принадлежит заказчику, но опыт, знания, какие-то новые подходы к решению задач остаются у нас.

Сейчас мы больше полагаемся на решение сложных проблем путем разбиения на относительно независимые подзадачи с получением финансирования на каждую из них из разных источников.

1. Тимофей Брыксин. Метатехнология QReal.

Это прямое продолжение работ Парфенова и Иванова. Однако, сегодня мы больше верим в DSL (Domain Specific Languages), так как для многих предметных областей можно придумать специализированные языки, программировать с помощью которых существенно легче, чем на

универсальных языках. Разумеется, реализовывать для каждого нового DSL графические редакторы, репозитории, генераторы целевых языков и т.п. очень накладно, поэтому актуальной является задача разработки метатехнологии, т.е. технологии, с помощью которой можно создавать другие технологии, «заточенные» на заданную предметную область. Для коммерциализации этой технологии мы создали специальное предприятие, которое уже получило статус резидента Сколково.

2. Юрий Литвинов. Технология QReal:Robots.

Научить школьника или студента младших курсов программированию – трудная задача, которая существенно облегчается, если обучаемый видит результаты своей работы. С этой точки зрения, роботы являются идеальным инструментом для обучения программированию. В России очень популярен конструктор Lego Mindstorms, но его штатные средства программирования обладают массой недостатков. Ю.Литвинов на базе метатехнологии QReal разработал удобные графические средства, которые уже оценили преподаватели и руководители кружков робототехники.

Работы по QReal и QReal:Robots являются неиссякаемым источником тем для исследования, только в прошедшем учебном году было защищено более 15 курсовых и несколько дипломных работ по этой теме, причем спектр исследований очень широк – от рисования диаграмм жестами (с помощью мышки или стилуса) до средств описания формальной семантики для автоматической генерации отладчиков.

3. Роман Лучин. Новый конструктор роботов.

Конструктор Lego Mindstorms предназначен для школьников 5-6 классов. Решать с его помощью более сложные задачи невозможно, низкое качество датчиков, слабый контроллер, слабые средства программирования не позволяют применять его в старших классах и, тем более, в университетах. Поэтому мы решили разработать существенно более мощный контроллер и свой набор механических деталей и покупных датчиков. Разумеется, средства программирования реализуются на базе QReal. Для этой темы уже найдено 2 инвестора, надеемся на скорый результат.

4. Валентин Оносовский. Ubiq Mobile.

В настоящее время развитие мобильных интернет-сервисов и средств их разработки происходит весьма неравномерно, концентрируясь в отдельных узких областях быстрого роста и оставляя в стороне обширные ниши с огромным рыночным потенциалом. В настоящее время подавляющее большинство мобильных приложений создается для платформ iOS и Android, что подразумевает высокие требования к сетевой инфраструктуре и высокую степень «продвинутой» пользователей.

В результате «обойденными» оказываются обширные категории пользователей, живущих в условиях бедной мобильной инфраструктуры, либо не имеющих возможности покупать дорогие смартфоны. Кроме того,

отсутствуют приемлемые технологии для класса мобильных сервисов, которые должны работать «всегда и везде», на различных телефонах и в любых условиях, где есть хоть какая-то мобильная связь.

В платформе UbiqMobile основная часть бизнес-логики приложений концентрируется на сервере, а на мобильном устройстве работает универсальный тонкий клиент (своя версия для каждой мобильной платформы). Мобильные устройства, таким образом, выступают в роли «интеллектуальных графических терминалов», обмениваясь данными с сервером по оригинальному двоичному протоколу (над TCP/IP), специально оптимизированному для работы в мобильных сетях, в том числе и медленных. Использование собственного протокола в сочетании со специализированными алгоритмами обработки данных на обеих сторонах обеспечивают значительную экономию мобильного трафика (по сравнению с веб-приложениями), адаптивность к скорости соединения и возможность восстановления соединения после кратковременных разрывов. Приложения достаточно интерактивны, в частности, возможен push-режим по инициативе сервера. Готовится заявка в Сколково. И здесь средства программирования разрабатываются на основе QReal.

5. Александр Пименов. Компьютерное стереозрение.

Система основана на использовании информации о движении объектов в кадре и значений параллакса для изображений, полученных с двух камер. На основе этой информации строится карта глубин. Нам удалось разработать эффективные алгоритмы, которые легко масштабируются в зависимости от применения, используемых камер и т.п. Основные применения – это автомобили (распознавание препятствий) и бытовая техника (управление жестами). Наша система полностью пассивна, в то время как существующие конкуренты основаны на принципе радара, т.е. работают на отраженном сигнале, что создает массу трудностей и ограничений. Эта тема первой из наших работ получила статус резидента Сколково и грант в несколько миллионов долларов.

6. Константин Амелин. Управление группой беспилотных летательных аппаратов.

Небольшие беспилотные самолеты с простейшим автопилотом уже есть на рынке. В задачу нашей группы входит разработка адаптивного управления группой таких самолетов на базе мультиагентных технологий. Самолеты в полете обмениваются информацией, могут менять распределение задач между собой в случае потери части самолетов, переходить на более высокие или низкие высоты полетов в зависимости от силы ветра в каждом слое и т.д. Задачами таких групп являются видеонаблюдение, разведка, отслеживание состояния лесов с помощью различных датчиков и многие другие. По этой теме уже получено 2 гранта фонда Бортника, имеется соглашение с инвесторами.

Заключение

В советские времена нам удавалось создавать трансляторы, которые

в разы превосходили западные аналоги (по времени трансляции, длине объектного кода, скорости счета и т.д.). Однако когда мой английский коллега со звучной фамилией Маркс (руководитель разработки трансляторов с языка PL/I) узнал, что мы делали транслятор с Алгола 68 более 8 лет, он сказал, что его давно бы выгнали с работы. Мы жили в других условиях, не подозревая, что такое «железная рука рынка», писали статьи и книги, продумывали лучшие решения.

Сегодня мы живем в тех же условиях (или почти в тех же), что и западные коллеги. Можно сколько угодно плакать, вспоминая неторопливые, спокойные советские времена, но от этого ничего не изменится. Именно поэтому я требую, чтобы каждый аспирант нашей кафедры составил грамотную заявку на получение инвестиций (будет ли успех – это уже как получится), был способен обосновать, чем его результаты лучше известных, мог оценить рынки сбыта и разработать разумный бизнес-план. Не у всех аспирантов это хорошо получается, но даже по приведенным примерам видно, что прогресс в понимании реалий сегодняшней жизни есть.

Литература

1. Рекомендации по преподаванию программной инженерии и информатики в университетах, перевод с английского, Интуит. М., 2007
2. Andrey Terekhov, Karina Terekhova, "The Economics of Hiring and Staff Retention for an IT Company in Russia", Proceedings of 4th, International Conference SEAFOOD, Springer, 2010

Тихоненко А.В.

ИАТЭ НИЯУ МИФИ,
г. Обнинск, профессор
alextikh@gmail.com

Современные образовательные ресурсы на базе компьютерных технологий

Аннотация

Обсуждаются возможности и необходимые средства обеспечения современного инновационного учебного процесса на основе компьютерных технологий. Предлагается система учебных модулей, обеспечивающих необходимые уровни и профили физико-математического и инженерного образования. Формулируется концепция инновационного учебного процесса, использующего современные программно-информационные средства.

1. Компьютерные технологии как основа современных образовательных ресурсов.

Современное физико-математическое и инженерное образование не может обходиться без информационных и компьютерных технологий, их многообразие и «разные качества» требуют тщательного подхода для адекватного их использования.

Основные идеи подхода к учебному процессу на базе компьютерных технологий (КТ) можно сформулировать следующим образом:

- преемственность и сохранение фундаментальности Российского естественнонаучного образования;
- использование информационных инструментов, апробированных научным сообществом;
- организация учебного процесса, не отменяющая традиционные подходы на совокупность технологий, а преемственно расширяющая возможности участников учебного процесса.

Несмотря на огромное разнообразие как самих компьютерных средств, так и подходов в их применении, можно выделить четырехуровневую систему использования информационных технологий в физико-математическом и инженерном образовании. При этом каждый уровень КТ можно характеризовать ролью в учебном процессе и соответствующими качеством и сложностью компьютерных средств (табл. 1, рис. 1). При этом учебный процесс можно организовать с использованием разных уровней компьютерных технологий.

На УРОВНЕ I компьютерные технологии играют вспомогательную роль в учебном процессе, и могут использоваться в сочетании или наравне с традиционными формами обучения: они обеспечивают наглядность и удобство обучения и реализуются с минимальным набором технических

средств и компьютерных программ (возможность обращения к учебным материалам: лекциям, задачникам, справочникам, наглядным пособиям). На этом уровне компьютерные технологии не используются для анализа материала и интерактивного обучения.

Табл. 1. Уровни КТ и общие компьютерные средства

<i>Уровни КТ и их роль в учебном процессе</i>	<i>Общие компьютерные средства</i>
<p>I. КТ пассивного уровня Вспомогательная роль КТ, обеспечение наглядности и удобства обучения.</p>	<p>1.1. Компьютеры и программное обеспечение: - компьютеры, планшеты, смартфоны; - текстовые и графические программы; 1.2. Учебные демонстрации; - наглядные электронные пособия и демонстрации; - видео и графическая библиотека.</p>
<p>II. КТ начального аналитического и коммуникативного уровня Использование простых аналитических и графических инструментов и средств Интернета.</p>	<p>2.1. Стандартные математические инструменты: - компьютерные калькуляторы; - средства построения графиков и анализа функций. 2.2. Интернет-сайт и информационные ресурсы: - Интернет-поддержка учебного процесса; - сетевые программы и электронные библиотеки.</p>
<p>III. КТ стандартного уровня Освоение и применение разных цифровых и информационных ресурсов в обучении.</p>	<p>3.1. Цифровое оборудование: - мультимедийные проекторы, цифровые камеры; - принтеры и средства электронных публикаций. 3.2. Электронные книги и комплексы: - электронные справочники, учебники и энциклопедии; - комплексы компьютерных программ.</p>
<p>IV. КТ повышенного интеллектуального и интерактивного уровня Использование программ высшего аналитического уровня и организация очно-дистанционного обучения.</p>	<p>4.1. Интеллектуальные математические ресурсы: - системы символьной математики (ССМ); - интеллектуальные карты и интерактивные инструменты. 4.2. Средства дистанционного обучения: - сетевые версии ССМ; - сети дистанционного обучения и телеконференций.</p>

Рис. 1. Общие компьютерные инструменты различного уровня

На УРОВНЕ II компьютерные технологии играют более существенную роль в учебном процессе и преобладают над традиционными формами обучения: они обеспечивают возможности использования стандартных

компьютерных математических инструментов и компьютерных программ. Имеется возможность использовать компьютер для стандартных вычислений, построения графики, анализа материала без интерактивного обучения. На этом уровне компьютерные технологии используются для анализа материала, но не используются для интерактивного обучения.

На УРОВНЕ III компьютерные технологии играют существенную роль в учебном процессе и преобладают над традиционными формами обучения: они обеспечивают активное использование цифровых ресурсов, в том числе для получения и представления информации, а также определенную интерактивность обучения.

На УРОВНЕ IV компьютерные технологии играют главную роль в учебном процессе и осуществляют новые формы обучения: они обеспечивают новый уровень образования, сочетающий коллективные и индивидуальные, очные и дистанционные формы обучения, предполагающие использование высокоинтеллектуальных программ и всемирных ресурсов. На этом уровне компьютерные технологии являются средством анализа материала и исследовательской работы, а также могут обеспечить интерактивное обучение с применением телекоммуникационных возможностей.

Табл. 2. Уровни КТ и межпредметные связи

Уровни КТ	Межпредметные связи реализуются:
I	на минимальном уровне, обеспечивающем использование справочных математических, химических и т.п. данных.
II	на уровне компьютерных технологических возможностей, а также с помощью Интернета и электронных библиотек.
III	на уровне общенаучных баз данных, компьютерных систем и специализированных пакетов.
IV	на уровне интегрированной научной среды обучения и научных исследований.

Табл. 3. Уровни КТ и ресурсы для студентов и преподавателей

Уровни КТ	Для студента	Для преподавателя
I	Источник учебного и наглядного материала, источники информации.	Средство для учебных демонстраций; учебные базы данных.
II	Инструмент для выполнения заданий и анализа учебного материала.	Инструмент организации учебного процесса.
III	Технология интерактивного самообучения и самоконтроля.	Технология интерактивного обучения и межпредметных связей.
IV	Среда современного обучения, общения и профессиональной подготовки.	Среда вариативного учебного процесса.

Компьютерные технологии дают возможность актуализации на новом уровне межпредметных связей (при наличии соответствующих компьютерных инструментов для других дисциплин) (табл. 2, рис.1).

На каждом уровне компьютерные технологии могут предоставлять студентам и преподавателям дополнительные образовательные инструменты и возможности (табл. 3, рис.1).

2. Реализация компьютерных технологий в учебном процессе через учебные модули.

Компьютерные средства и информационные технологии сами не являются содержательными компонентами учебного процесса. Для того, чтобы наполнить учебный процесс новым содержанием, необходима переработка существующих учебных материалов и разработка специальных учебных ресурсов, требуемых для современного физико-математического и инженерного образования. Речь идет как о бережном представлении лучших учебных материалов (фундаментальных учебников, разработок и т.п., которые в течение многих лет составляют «золотой фонд» российской образовательной школы мирового уровня) в цифровой форме, так и о разработке новых содержательных материалов, которые существенно опираются на информационные технологии, учитывают «менталитет» современных студентов и могут быть интегрированы в процессы проведения технических разработок и научных исследований и обеспечивающих современные формы представления и опубликования учебных и научных материалов.

Это может быть реализовано разработкой учебных модулей, которые удовлетворяют современным технологическим требованиям образования и обеспечивают многовариантную организацию учебного процесса. Действительно, преподавание естественных и технических дисциплин в современном вузе предполагает многовариантную организацию учебного процесса. Кроме того, необходимость соответствовать современным технологиям и запросам общества требует уже в учебном процессе осваивать и использовать эти технологии. Для качественного решения этих задач предлагается система учебных модулей.

Учебный модуль. Учебный модуль – набор современных учебных материалов, компьютерных и математических инструментов и технологий – комплексных заданий различного уровня, обеспечивающих необходимые уровни и профили физико-математического и инженерного образования.

Все разнообразие содержательных образовательных материалов можно классифицировать в терминах нескольких модулей. В частности, можно использовать систему четырех модулей: простой информационный учебный модуль, сложный информационный (интерактивный) учебный модуль, виртуальный лабораторный модуль, учебный модуль исследовательского типа. Их роли в учебном процессе подготовки могут быть различны как по объему, так и способам реализации (например, простого модуля достаточно в курсе общей физики для студентов

технологических специальностей, а использование нескольких модулей может обеспечить образовательные потребности будущих физиков и математиков).

Простой учебный модуль. Простой учебный модуль реализует обучение, сочетая традиционные и информационные методы обучения, предоставляет студенту необходимые инструменты для последовательного стандартного изучения программы.

В состав простого учебного модуля входят:

- электронные учебные материалы: электронные учебники, компьютерные презентации и справочники, контрольные задания;
- цифровые наглядные обучающие средства: наглядные пособия, фотографии, картинки, видеоролики и т.п.

Сложный интерактивный учебный модуль. Сложный информационный (интерактивный) учебный модуль реализует обучение, основываясь на информационных и интерактивных материалах и методах обучения, и предоставляют студенту необходимые инструменты для углубленного изучения программы. Основные задачи модуля - исследование границ применимости законов и формул; использование сложных реалистичных моделей; эвристическое моделирование: сопоставление и анализ данных, полученных в рамках разных моделей; коллективное выполнение развернутых заданий.

В состав сложного учебного интерактивного модуля входят:

- интерактивные инструменты и учебные пособия: средства вычислений, построение графиков и визуализаций, стандартные компьютерные программы;
- расширенные информационные учебные материалы: специализированные математические пакеты, интернет-ресурсы, сетевые технологии.

Виртуальный лабораторный модуль. Виртуальный лабораторный модуль реализует обучение, основываясь на современных компьютерных технологиях, и предоставляет студенту необходимые инструменты для приобретения и закрепления практических навыков.

В состав виртуального лабораторного модуля входят:

- набор информационных программ и компьютерных комплексов, моделирующих физические явления и процессы;
- цифровые и электронные средства получения экспериментальных данных;
- средства обработки экспериментальных данных, полученных в реальном или виртуальном экспериментах: стандартные и специализированные математические программы, средства построения графиков.

Виртуальный лабораторный модуль имеет особое значение для физического образования, поскольку кроме использования традиционных методов экспериментальной физики дает студенту возможность выбрать

набор средств и инструментов, необходимых для выполнения задания. Этот модуль дает также возможность моделирования сложных явлений и процессов, которые невозможно осуществить в обычном учебном процессе (например, изучение свойств вещества при низких температурах или высоких давлениях, исследование движения тел в окрестности сверхмассивной звезды или черной дыры и т.п).

Учебный модуль исследовательского типа. Учебный модуль исследовательского типа реализуют обучение по принципу «от учебного материала к научной деятельности» и предоставляют студенту необходимые инструменты углубленного изучения программы на основе общенаучных, исследовательских подходов.

В состав модуля исследовательского типа входят:

- комплексные модельные задачи по различным разделам физики, выполнение которых предполагает углубленное изучение материала, а также проведение исследования в рамках рассматриваемой модели;

- специальные задания, сочетающие учебный процесс с освоением навыков научной деятельности.

Этот модуль предназначен для студентов, которые успешно справляются с учебным материалом и проявили склонности к исследовательской и инновационной деятельности, и предполагает:

- изучение (помимо учебного материала) специальной справочной и научной литературы;

- построение теоретической и компьютерной моделей физического процесса или явления;

- получение конкретных результатов и их исследование для различных случаев;

- представление результатов в стандартном и электронном виде.

Табл. 4. Учебные модули и ресурсы для студентов и преподавателей

Учебные модули	Для студента	Для преподавателя
Простой	Доступность, простота использования и наглядность учебных материалов.	Технологическое упрощение организации учебного процесса.
Сложный интерактивный	Современные технологии обучения и расширенные возможности самообразования	Новая организация учебного процесса, возможности очного и дистанционного обучения и контроля.
Виртуальный лабораторный	Современный аналог физической учебной и приобретение навыков работы в научной лаборатории.	Многовариантность лабораторных работ и современная организация эксперимента.
Исследовательского типа	Профориентированная система обучения и реализация потенциальной	Индивидуальная работа со студентами и научная организация учебного

	склонности исследовательской работе.	к процессу.
--	---	-------------

Для представленной системы учебных модулей можно сформулировать (табл. 4) ролевые возможности для студентов и преподавателей.

Литература

1. Тихоненко А.В. Компьютерные математические пакеты в курсе общей физики. Обнинск: ИАТЭ, 2003. 84 с.
2. Тихоненко А.В. Компьютерный практикум по общей физике. Части 1 - 5. Обнинск: ИАТЭ, 2003-2004.
3. Тихоненко А.В. Компьютерные математические пакеты в курсе «Линейные и нелинейные уравнения физики». Ч. 1 и 2. Обнинск: ИАТЭ, 2005.
4. Тихоненко А.В. Решение краевых задач для двумерного уравнения Лапласа методом разделения переменных в MAPLE. Обнинск: ИАТЭ, 2005. 80 с.
5. Тихоненко А.В. Векторный анализ в прикладных математических пакетах. Обнинск: ИАТЭ, 2006. 80 с.
6. Тихоненко А.В. Решение уравнения Шредингера для одномерного рассеяния в MAPLE и MATHEMATICA. Обнинск: ИАТЭ, 2005. 80 с.
7. Тихоненко А.В. Компьютерные аналитические методы решения задач электростатики и магнитостатики. Обнинск: ИАТЭ, 2008. 48 с.

**СЕКЦИЯ 4. ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ
НОВЫХ ИТ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

Абашев А.В.

Энгельсский технологический институт (филиал)
Саратовского государственного технического университета, аспирант
AbashevAV@gmail.com

Терин Д.В.

Энгельсский технологический институт (филиал)
Саратовского государственного технического университета, к.ф.-м.н., доц.
terinden@mail.ru

Мурашев Д.А.

Энгельсский технологический институт (филиал)
Саратовского государственного технического университета, к.ф.-м.н., доц.
Denis_Murashev@epam.com

Разработка компонента для формирования библиографии и перекрестных ссылок в MSWord

Аннотация

В данной статье рассматривается разработка собственного компонента для формирования библиографии и перекрестных ссылок в MicrosoftWord [1]. Этот дополнительный компонент предназначен для создания списка литературы, а также внутритекстовых ссылок по Государственному стандарту 7.0.5-2008. «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Введение

Создание списка литературы, а также правильно оформленные и достоверные ссылки на издания - одна из важных задач оформления документов. При оформлении какой-либо документации о проделанной работе, реферата, курсовой или же дипломной работы, мы сталкиваемся с проблемой создания списка литературы и перекрестных ссылок. Постоянно приходится искать ГОСТ, смотреть, не изменился ли он, как правильно составлять библиографические ссылки, ведь в любом отчёте очень большое место занимает информация из разных источников – будь то книга, Интернет или статья из журнала.

Возьмем ещё одну немаловажную проблему, с которой можно столкнуться при создании библиографических ссылок. У нас есть достаточно длинный текст, к примеру, дипломная работа. На какую тему она не была бы написана, придется столкнуться со многими внутритекстовыми ссылками. Так как очень много информации мы берем из разных книг или статей, ссылаясь на них, то и ссылки будут практически

на каждой странице. Они должны располагаться в тексте по порядку. И если случайно пропустить одну из них в начале текста, то потом придется очень долго изменять все последующие ссылки, т.к. книга, на которую мы ссылаемся, должна быть введена в список используемой литературы под таким номером, под каким она была использована в тексте. А значит, нам придется перерабатывать весь текст, потратив уйму времени, а такое может произойти не единожды. Время, которое придется потратить для сортировки перекрестных ссылок по их использованию, будет очень большим.

Данный компонент, который разработан для программы MS Word [2], станет наилучшим помощником всем, кто сталкивался или же ещё не раз столкнётся с оформлением ссылок на использованную литературу в своем документе. Работа с этим компонентом значительно сократит время, которое постоянно тратится на поиск нужного ГОСТа. К тому же значительно сократится время, которое уходит на переделывание уже существующего документа и всех ссылок в нём.

В данной работе был создан компонент для формирования библиографии, работа с которым не должна вызвать затруднений. Для создания ссылки на книгу, раздел книги, журнальную статью или отчет нужно сначала ввести данные об источнике (ФИО автора, название и год издания, количество страниц, издательство и др.), а затем, дойдя до места, где Вы использовали какой-либо текст из этого издания, двумя щелчками мыши вставить перекрестную ссылку. При последующих изменениях в списке литературы или вставки другой ссылки в более раннюю позицию, предыдущее издание изменит свой порядковый номер в зависимости от вхождения в документ. Все ссылки, будь то внутритекстовые или затекстовые (список использованной литературы), которые вставлены в документ программы Word, будут полностью соответствовать стандарту.

В данный момент в программе MS Word существует программный модуль по работе со ссылками и списком литературы, имеются разные стили их оформления, но того, который соответствовал бы Государственному Стандарту РФ – нет. Создание этого компонента является в настоящее время очень актуальной задачей.

Типы цитируемого объекта.

Начиная с Microsoft Word 2007 [2], клиенты со знанием XML и XSLT [3] могут создавать свои собственные таблицы стилей для форматирования цитат и библиографии в своих документах Word. Эта технология выглядит очень перспективной для всех, кто заинтересован в написании научных статей. К сожалению, эта технология плохо документирована и для большинства людей, которые используют Word, чрезмерно сложная для использования в качестве ориентира для разработки новых стилей.

Дополнительной целью данной работы является упрощение создания новых стилей. Это достигается за счет устранения необходимости знать XSLT [4] и организации процесса форматирования стиля. Таким образом,

новые стили могут быть легко созданы из существующего, не прибегая к изменениям более чем тысячи строк кода. Способ форматирования данных хранится внутри таблицы стилей.

При добавлении нового библиографического источника в документе, пользователи должны указать тип источника. В текущей схеме определены следующие 13 типов:

12. Статья в периодическом издании.
13. Журнальная статья.
14. Книга.
15. Раздел книги.
16. Труды конференции.
17. Электронный источник.
18. Интернет-сайт.
19. Интервью.
20. Патент.
21. Сообщение.
22. Другое.
23. Звуковая запись.
24. Фильм.

Некоторые типы пока ещё не были реализованы - это тезисы, международные стандарты и электронные книги.

Схема XSL

XSL-схема определяет тип элемента, который в настоящее время используется. [4] Параметр *type*, добавляется к каждому типу источника. Когда Word-у необходимо получить информацию о форматировании, он сначала пытается найти информацию, основанную на содержании типа элемента. Если этот элемент не является пустым, Word возвращается к значению *SourceType* из спецификации Office Open XML. Каждый стиль должен описывать параметры форматирования для каждого из них. [5]

Word хранит все данные как XML-деревья в таблице стилей XSL. Таким образом, все форматирование данных обрабатывается стилем, как набор узлов. Табл. 1 описывает структуру модуля.

Табл. 1. Структура XSL модуля

```
<xsl:variablename="data">
  <general>
    <!-- Общая информация о стиле.-->
  </general>
  <importantfields>
    <!-- Важные поля для каждого поддерживаемого типа источника.-->
  </importantfields>
  <citation>
    <!-- Формат цитируемой информации для каждого поддерживаемого
    типа источника.-->
  </citation>
```

```
<bibliography>
<!--Библиографический формат для каждого поддерживаемого типа
источника.-->
</bibliography>
<namelists>
<!-- Формат информации для корпораций и списков лиц.-->
</namelists>
<strings>
<!-- Формат информации для конкретных строк. -->
</strings>
</xsl:variable>
```

Элемент *general*

Элемент *general* структуры данных содержит восемь дочерних элементов: *stylename*, *version*, *description*, *URL*, *display_errors*, *citation_as_link*, *author* и *comments*. *Stylename* определяет, как стиль должен отображаться в списке стилей библиографии в Word. *Version*– определяет дату в "уууу.м.д" формате. *Description* и *URL* элемента используют только Word 2008 или более поздние версии. [2] *Description* дает больше информации о стиле, а *URL*-адрес может быть использован, чтобы указать, где обновления стиля может быть найдено. *Author* и *comments* предназначены исключительно в информационных целях и используются только, чтобы отдать должное создателю стиля и добавить некоторые дополнительные сведения о стиле. *Display_errors* указывает, будет ли показано сообщение об ошибке в документе Word. Допустимые значения для элемента, "yes" и "no". Элемент *citation_as_link* указывает на то, что текст цитаты должны быть интерактивным или нет. Допустимые значения для элемента, такие же - "yes" и "no". Примером ошибки может быть источник, для которого нет информации по форматированию.[5]

Элемент *importantfield*

Для каждого типа источника, поддерживаемого данным стилем, существует множество важных полей, которые должны быть определены. Это те поля, которые отображаются по умолчанию, при добавлении нового источника в документе. Список *ImportantField* элементов сохраняется для каждого типа источника. Атрибут *type* имеет то же значение, что элемент *SourceType* из спецификации Office Open XML [6]. Значение каждого из элементов *ImportantField* должно быть одним из полей, определенных в спецификации Office Open XML [6].

Элемент *citation*

Citation элемент состоит из трех общих элементов, а также дополнительных элементов для каждого типа, поддерживаемых стилем. Главные элементы *openbracket*, *closebracket* и *separator* определяют скобку для отображения перед первым цитированием в группе, скобку для отображения после последней цитаты в группе и разделитель для

отображения между цитатами из той же группы соответственно. [5]

Кроме того, есть три элемента, `noauthor`, `notitle` и `noyear`, которые указывают, какие переменные должны быть проигнорированы, когда автор, название или год цитаты подавлены по запросу. Значение всех трех элементов состоит из полей, разделенных тире.

Пример: `<noauthor>-Author-BookAuthor-Editor-Inventor-</noauthor>`

Каждый дополнительный элемент `source` содержит атрибут `typeи format`– тип и формат элемента. В данном стиле есть все записи для каждого типа набора из 13 predetermined типов. Дополнительные типы также могут быть добавлены (см. Типы цитируемого объекта).

Элемент *bibliography*

Элемент `bibliography` состоит из одного общего элемента с дополнительными элементами для каждого типа из predetermined типов. Общим элементом является `column`. Он указывает число столбцов в списке литературы. Если это число равно 1, то библиография состоит из пунктов, в противном случае он будет состоять из таблицы с несколькими колонками. Последнее может быть полезно, если вы хотите поставить тег или ссылку, с порядковым номером элемента, отдельно от остальной части записи.

Каждый дополнительный элемент `source` однозначно определяется атрибутом `type` и содержит элемент `column` с атрибутом `id` для каждого столбца. Каждый `column` содержит элемент выравнивания информации, а также элементы `format`, указывающие, как источники данных в этом столбце должны быть отформатированы. Кроме того, элемент `source` также содержит `sortkey` элемент, который определяет, как источники будут упорядочены в библиографии. Форматируется этот элемент также как формат элемента. [5]

Табл. 2. Элемент *bibliography*

```
<bibliography>
<columns>1</columns>
<source type="Book">
<column id="1">
<halign>left</halign>
<valign>top</valign>
<format>
  {%RefOrder% }{%Author:1% }&lt;i&gt;%Title%&lt;/i&gt;{: %ShortTitle%}
  {: в %NumberVolumes% тт.}, Том %Volume%}; %Edition:% /}
  {%CountryRegion%}
  { подред. %Editor:2%} {пер. %Translator:1%} — {%City|"s.l."%: }
  {%Publisher|" s.n."%}
  { %Year% }{. — %Pages% c.}{ (%Comments%)}.
</format>
</column>
</source>
<!-- ... -->
```

Элементы *namelist*, *strings*

Namelist элемент содержит один или несколько элементов *list*, каждый из которых описывает набор авторов, будь то корпоративный, один или несколько. [5] Каждый элемент списка однозначно определяется идентификатором атрибута и состоит из 13 дочерних узлов.

Элемент *strings* включает в себя дочерние элементы с определенным строковым стилем. На данный момент реализован только элемент *months*. Он состоит из 12 элементов *month*. У каждого из *month* определен атрибут *id*. Значение элемента определяет текст месяца, который будет вставляться вместо чисел. Если за определенный месяц значение не доступно, то будет отображаться входное значение.

Заключение

В результате проделанной работы был создан компонент по формированию библиографии и перекрестных ссылок в Microsoft Word. Данный компонент создает ссылки на использованную литературу и вставляет их в текст в соответствии с ГОСТом, а также сортирует порядковые номера ссылок в списке использованной литературы в соответствии с появлением их в тексте. Также данный компонент является более простым в понимании, чем стандартные XSL скрипты. Вносить будущие изменения в форматирование библиографии может человек, который даже не работал с языками XML и XSLT.

Литература

1. [wikipedia] URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Word (дата обращения: 04/10/2012).
2. [microsoft] URL: <http://office.microsoft.com/ru-ru/word/> (дата обращения: 03/10/2012).
3. [wikipedia] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/XSLT> (дата обращения: 04/10/2012).
4. Валиков А.В. *Технология XSLT*. СПб: БХВ-Петербург, 2002. 544 с.
5. [bibword] URL: <http://bibword.codeplex.com/> (дата обращения: 05/10/2012).
6. [w3schools] URL: <http://www.w3schools.com/xsl/> (дата обращения: 04/10/2012).

Использование двумерных штрихкодов для создания системы позиционирования в помещении

Изобретение технологии спутниковой связи позволило создать систему GPS – глобальную систему позиционирования, с помощью которой можно определить своё местоположение почти в любой точке планеты. Практически все современные мобильные устройства комплектуются GPS-приёмником, в некоторых случаях дополняясь приёмниками других навигационных спутниковых систем. Система GPS хорошо работает на открытом пространстве, но становится практически бесполезной внутри помещения, поскольку сигнал от спутника сильно ослабляется, проходя через стены.

С развитием телекоммуникационных технологий стало возможным создание сервисов, помогающих определить нахождение пользователя внутри помещения. Задачей определения местоположения в зданиях занимаются многие компании в отрасли информационных продуктов, в числе которых Google, Apple, Intel, Microsoft, а также компании-производители телекоммуникационного и навигационного оборудования такие, как Broadcom, Cisco, Nokia, Qualcomm. Проблема навигации в помещении актуальна для мегаполисов. Потребность в такой технологии может возникнуть у посетителей торговых центров, развлекательных комплексов, аэропортов. Технологии, которая бы позволила им без труда сориентироваться в большом пространстве, которая поможет покупателям в крупном супермаркете быстрее отыскать тот или иной продукт, а владельцам оценить наиболее часто посещаемые полки с товарами. На основании пользовательских запросов и технологии коллективной оценки можно предложить покупателю наиболее подходящий ему продукт и связанные с ним товары. Навигация внутри зданий становится одним из наиболее востребованных мобильных сервисов, который позволит строить карты помещений, прокладывать маршруты между точками в помещении, находить нужный товар.

Существующие решения

На сегодняшний день представлено множество решений, в которых используются самые современные технологии. Одним из наиболее простых способов является установка интерактивных экранов на каждом этаже здания (рис. 1), на котором посетитель может найти нужную ему точку, а затем двигаться к ней, запомнив дорогу.

Одно из таких решений предполагает использование ретрансляторов

сигнала GPS, которые устанавливаются внутри здания. В результате сигнал усиливается и на основе уже готовых GPS-решений определяется местонахождение приёмника в здании. Благодаря этому достигается высокая точность определения внутренних координат, но такие решения требуют монтирования устройств-ретрансляторов и довольно существенных затрат, и воспользоваться ими могут только обладатели устройств, поддерживающих GPS.

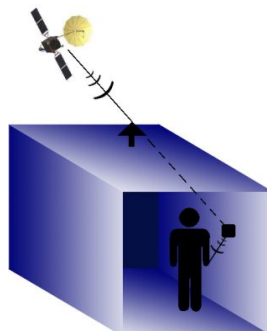


Рис.1 . Использование GPS-ретрансляторов

Другим решением может быть использование технологии Bluetooth. С выходом стандарта Bluetooth 4.0, отличающимся низким потреблением электроэнергии, стало возможным использовать его для отслеживания устройства в помещении и при этом не слишком сажать батарею. Одно из таких решений было представлено компанией Nokia. Представителям отрасли был продемонстрирован прототип системы, реализующий идею расширения стандарта Bluetooth 4.0 протоколом Location Extension, разработку которого возглавляет Nokia. В состав прототипа входит массив антенн Bluetooth Low Energy, который отслеживает местоположение устройств с «метками» Bluetooth внутри комнаты. Чтобы определить местоположение, используется принцип триангуляции – определение расстояния по трём точкам.



Рис.2. Система позиционирования в помещении фирмы EkaHau

Благодаря своей повсеместной распространённости, сети Wi-Fi являются основной средой для передачи сигнала в системах внутренней навигации. В качестве примера – разработка финской компании EkaHau

(рис. 2), включающая специальные мобильные и стационарные устройства, подключающиеся к Wi-Fi сети, контроллер, отвечающий за вычисление местоположения устройств, и специальное приложение. Такая система может использовать существующую сеть и смартфоны, оснащенные WiFi, но предъявляет требования к качеству сигнала, требует установки дополнительного программного обеспечения и изготовленных фабричным способом устройств, но является дорогостоящей.

Корпорация Google не могла обойти столь животрепещущую тему и представила приложение для устройств на базе Android – Google Maps Floor Plan Marker, которое позволяет владельцам при помощи различных источников высокочастотных радиосигналов (GPS, WiFi, сотовые сети) улучшить закрытое позиционирование. Используя свой главный потенциал – огромное количество пользователей, желающих помочь новому проекту, Google создает базы данных с поэтажными планами строений. Добровольцы отмечают соответствие своего реального местоположения и точку на загруженной схеме. Приложение анализирует перемещения пользователя внутри нанесённых на схему границ, а затем калибрует относительно них полученные радиочастотные сигналы и совмещает схему с существующими Google-картами.

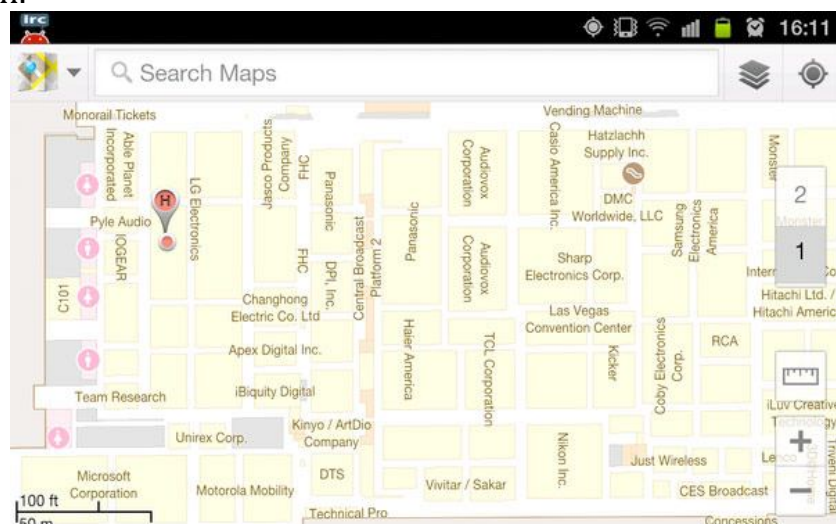


Рис. 3. Приложение Google Maps Floor Plan Marker

Также существуют решения на основе радиочастотных меток, так называемых RFID-меток. Система состоит из пассивных RFID-меток и считывателя, который читает идентификатор метки и отображает её положение на схеме. Такие системы могут применяться в области внутренней логистики, например, для определения местоположения конкретного товара или полки. Основные преимущества такой технологии в том, что RFID-метки:

- не требуют контакта или прямой видимости объекта и сканера,
- читаются быстро и точно,
- могут использоваться даже в агрессивных средах и распознаются через слой грязи, краски, пар, воду, пластмассу, древесину,

- в пассивном исполнении имеют фактически неограниченный срок эксплуатации,
- несут большое количество информации, которую можно перезаписывать,
- имеют высокую степень защиты практически невозможно подделать.

Однако изготовление большого количества радиочастотных меток существенно отражается на стоимости системы, а сами метки подвержены влиянию электромагнитных помех.

Постановка задачи

Целью данной работы было создание наименее дорогостоящего решения задачи позиционирования в помещении. В качестве носителей информации о местоположении в системе используются метки, представляющие собой двумерные штрихкоды (QR-коды), которые считываются мобильными устройствами пользователей.

Реализация системы

Система представлена в виде веб-сайта, хранящего данные о каждой метке. Общая схема работы устройства представлена на рисунке 4. Владелец добавляет информацию о конкретной метке с помощью системы управления контентом сайта, отмечая её местоположение на схеме помещения. Информация о каждой метке представлена отдельной веб-страницей, адрес которой кодируется двумерным штрихкодом. Штрихкод помещается в той точке помещения, которая обозначена на схеме соответствующей меткой. Посетитель при помощи программного обеспечения на своём мобильном устройстве считывает штрихкод и переходит на страницу с информацией о метке, где обозначается её положение на схеме.



Рис. 4. Общая схема работы системы

Каждое отдельное помещение должно быть представлено загружаемой графической схемой, на которую наносятся различные точки. Информация вносится зарегистрированными пользователями (например, владельцами супермаркета) при помощи веб-форм. Каждой точке соответствует отдельная веб-страница, динамически формируемая при извлечении данных из базы. При создании новой точки пользователь имеет возможность визуально установить указатель на загруженной схеме (рис. 5). Кроме координат, задающих положение точки относительно графической схемы, может быть внесена некоторая дополнительная информация как об объекте, соответствующем этой точке, так и о точках, находящихся в непосредственной близости от неё.

Метка представляет собой двухмерный штрихкод, в котором закодирован адрес веб-страницы соответствующей точки. Штрихкод генерируется после добавления информации о новой точке в базу данных. Для генерации штрихкода используется сервис создания QR-кодов от компании Google – Google Chart Tools: Infographics, предоставляющий генерируемый штрихкод в ответ на отправку GET-запроса с заданными параметрами. В ответ на запрос сервером генерируется изображение в формате PNG. Полный список параметров приведен в приложении В.



Рис.5. Установка указателя на точку

Код PHP, описывающий данную процедуру в системе, имеет следующий вид:

<?

```
echo 'https://chart.googleapis.com/chart?cht=qr&chs=300x 300&chl=',
htmlentities(urlencode($url))
```

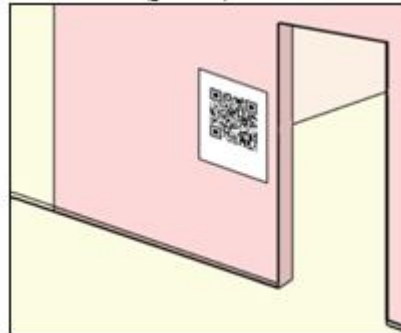
?>

где \$url – переменная, содержащая строку с адресом веб-страницы точки.

Штрихкод распечатывается и располагается в помещении в месте, обозначенном соответствующей точкой на схеме (рис. 6).



(а)



(б)

Рис.6. Метка, генерируемая системой (а) и пример размещения распечатанной метки в пространстве (б)

Для считывания двухмерного штрихкода пользователю необходимо установить программу для чтения штрихкодов, разработанную для конкретной мобильной платформы. Считывание метки производится путём запуска соответствующей программы и наведения камеры телефона на штрихкод как показано (рис. 7).

При считывании штрихкода мобильным устройством осуществляется

переход на страницу, на которой отображается соответствующее помещению изображение-схема, показывается положение точки на схеме и текстовая информация о точке (рис. 8).



Рис. 7. Считывание метки мобильным устройством пользователя

При переходе на страницу с описанием точки пользователь может также получить некоторые сведения, касающиеся точек, расположенных недалеко от данной. Например, информацию о точках, расположенных слева и справа, а также о точках, расположенных этажом выше или ниже. В текущей разработке описания соседних точек заносятся владельцем данной точки. В дальнейшей разработке планируется сделать автоматическое распознавание близлежащих точек и их отображение относительно заданной.

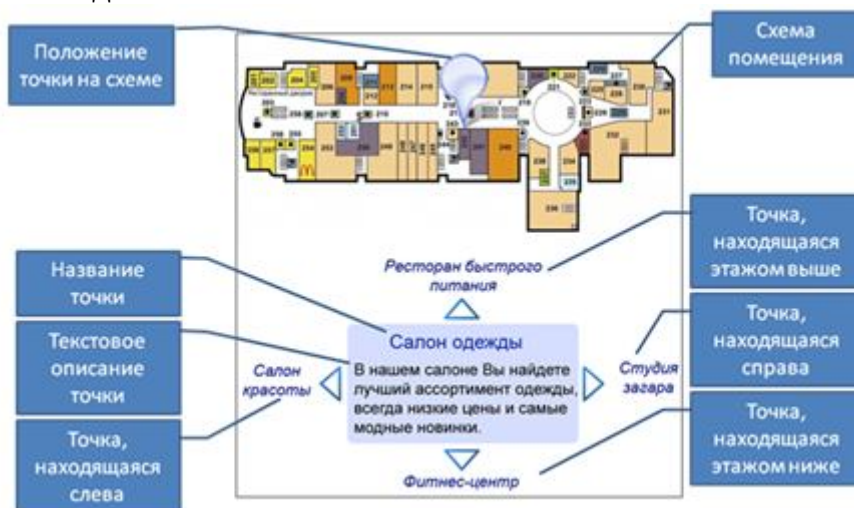


Рис. 8. Представление точки, которое видит пользователь

Система предполагает дальнейшую доработку, направленную на повышение функциональности позиционирования и навигации. Предполагается добавление функции поиска точек и прокладки маршрута. Кроме того, планируется доработка системы с использованием данных, считываемых с микроэлектромеханических датчиков, включенных в состав

современных мобильных устройств: акселерометра, компаса, гироскопа. С их помощью возможна реализация функционала интерактивной навигации пользователя к выбранной точке, а также определения местоположения пользователя без необходимости многократного считывания меток.

Литература

1. Google Indoor Maps & Indoor Location. [HTML] (<http://www.indoorlbs.com/2012/04/google-indoor-maps-indoor-location.html>).
2. Enterprise-Wide Location Tracking Explained: How Does Ekahau RTLS Work? [HTML] (<http://www.ekahau.com/products/real-time-location-system/overview/how-ekahau-rtls-works.html>).
3. 2012 Will be the Year of the Chips for Indoor Location. [HTML] (<http://www.indoorlbs.com/search/label/Broadcom>).
4. Nokia приспособливает Bluetooth для навигации внутри помещений. [HTML] (<http://www.ixbt.com/news/hard/index.shtml?15/30/35>).
5. Системы позиционирования объектов в реальном времени (RTLS). [HTML] (http://www.grog.lv/products_8.php).

Ваграменко Я.А.,

д-р т.н., Федеральное государственное научное учреждение «Институт информатизации образования» (ФГНИ ИИО РАО), зам. Директора
inforao@gmail.com

Назаренко А.П.,

к.т.н., Федеральное государственное унитарное предприятие Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт радио (ФГУП НИИР), директор Научно-технического центра – заместитель Генерального директора
apn@niir.ru

Сарьян В.К.,

д-р т.н., проф., акад. НАН РА, Федеральное государственное унитарное предприятие Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт радио (ФГУП НИИР), директор Научно-образовательного центра
sarian@niir.ru

Сущенко Н.А.,

Московский физико-технический институт, аспирант, Федеральное государственное унитарное предприятие Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт радио (ФГУП НИИР), инженер по ИКТ
skol@yandex.ru

Шелупанов А.А.,

д-р т.н., проф., Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), проректор по научной работе
saa@tusur.ru

Беляков К.О.,

группа компаний «Элекард», вице-президент по стратегическому развитию
belyakovko@gmail.com

Мещеряков Р.В.

к.т.н., доцент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), заместитель начальника научного управления
mrv@security.tomsk.ru

Опыт создания доверенной среды для образовательных инфокоммуникационных услуг

В настоящее время происходит быстрый рост инфокоммуникационных технологий (ИКТ). Вместе с ними развиваются и средства информатизации образования. На этом этапе требуется предусмотреть проблемы, которые могут возникнуть при этом развитии, и принять системные меры для их предотвращения. В связи с этим, органам управления образованием важно не только обеспечивать построение необходимой инфраструктуры — каналов связи, серверов, пользовательской аппаратуры, — но и уделять как можно больше внимания содержательной части инфокоммуникационных образовательных услуг (ИКОУ) [1].

Обзор и анализ проблем, которые могут возникнуть, приведен в [2]. В данной работе перечислим лишь некоторые из них. Прежде всего, следует предотвратить нецелевое использование ресурсов, затрачиваемых на построение инфраструктуры, необходимой для информатизации образования. Как известно, доступность развитых ИКТ не является достаточным условием успешного решения задач, для которых эти технологии внедряются. Как показывает практика, если процесс развития массовых ИКТ не контролируется, основная часть возникающих при этом возможностей используется не для решения социальных задач, а для предоставления услуг развлекательного характера. Согласно прогнозам [3], к 2016 году следует ожидать, что доля информации, передаваемой пользователями в онлайн-играх, по отношению к общему трафику увеличится более чем в 2 раза. Очевидно, что среди детской и подростковой аудитории этот эффект будет выражаться еще сильнее. В связи с этим, без средств контроля и ограничений создаваемые в процессе информатизации возможности использоваться неэффективно. Этой проблеме было уделено много внимания на недавно прошедшей в Санкт-Петербурге встрече стран Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества (АТЭС), что нашло отражение в тексте Петербургской декларации, принятой по итогам совещания министров связи стран АТЭС [4].

К проблеме нецелевого использования ресурсов относится также наблюдаемое явление увеличения количества передаваемых данных в расчете на одну оказанную услугу. Стремительное развитие ИКТ часто дает иллюзию неограниченной емкости каналов связи, в результате чего вместе с действительно необходимой информацией передается большое количество данных, несущих рекламную или декоративную функцию (например, баннеры или многочисленные элементы графического оформления веб-страниц). По этой причине лишь малая часть передаваемого сегодня трафика несет полезную нагрузку.

Вторая проблема связана с опасностью потери государственного контроля над образованием. В ситуации, когда в образовательном процессе появляются новые участники — поставщики ИКОУ, требуется принимать специальные меры, чтобы сохранить те возможности контроля, которые имеются при использовании традиционных образовательных технологий.

Наконец, третьей возникающей проблемой является риск уменьшения качества получаемого образования. ИКТ потенциально позволяют предоставить учащимся доступ к огромному количеству информации по самым разным предметам. Однако это является преимуществом только в случае, если учащийся уже имеет какие-либо систематические знания в данной предметной области. Кроме того, в этом случае он должен обладать развитыми навыками поиска нужных данных из разнородных источников. В противном случае у учащегося не будет сформировано целостное представление об изучаемом предмете. В связи с этим имеет смысл предоставлять доступ к большим базам знаний только на высших ступенях обучения, а также для учебно-методического персонала. Для школьного же обучения, по мнению авторов, вместо практикуемого сейчас свободного доступа к Интернету, более целесообразно развивать специальные системы, позволяющие использовать ограниченное количество учебных пособий, соответствующих комплексному плану обучения.

Вышеперечисленных проблем можно избежать, если не пытаться для оказания ИКОУ применять модель, наиболее часто используемую в настоящее время для других инфокоммуникационных услуг, при которой абонент имеет выбор между большим количеством поставщиков услуг, однако несет полную ответственность за этот выбор в том смысле, что он практически не защищен от некачественного оказания услуги. Для ИКОУ, как и для многих других типов инфокоммуникационных услуг, более целесообразно использовать другую, централизованно-иерархическую модель, в которой все операции, связанные с оказанием услуги, проходят через систему центров разных уровней (местного, районного, регионального, федерального). Если центры не только являются посредниками при взаимодействии рядовых объектов (в данном случае — потребителей и поставщиков ИКОУ), но и контролируют качество оказания услуги, а в случае низкого качества несут ответственность, то в таком случае можно говорить о создании доверительной среды, которая наиболее хорошо подходит для таких социально важных услуг.

Система «ТВ-Информ-Образование», основанная на этом принципе, была построена уже более десяти лет назад. Она была предназначена для передачи цифровых данных за счет уплотнения аналогового телевизионного сигнала дополнительной информацией, которую абоненты могли получать по сети телевидения с помощью специального приемного устройства и персонального компьютера [5]. Развитием этой идеи является концепция информационно-управленческой сети (ИУС), пилотный проект которой с середины 2012 года внедряется в г. Томске. Использование современных ИКТ, в частности цифрового телевизионного сигнала, обладающего гораздо большей пропускной способностью, позволяет обеспечивать существенно более высокую производительность и реализовать новые возможности для предоставления

инфокоммуникационных услуг, в том числе образовательных. Схема организации ИУС представлена на Рис. 1.

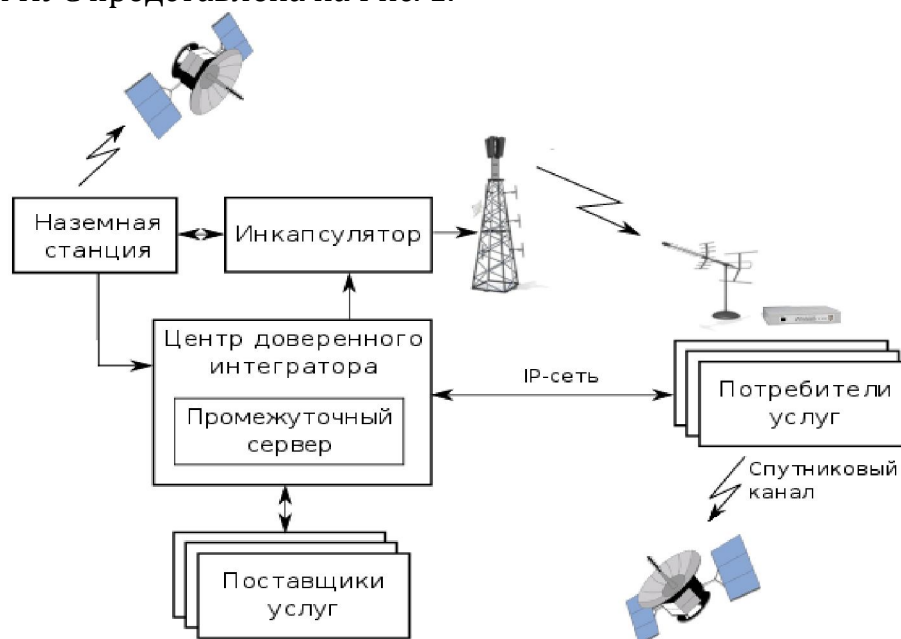


Рис. 1. Схема организации ИУС

Ключевым элементом ИУС является центр доверенного интегратора (ЦДИ), который отвечает за выполнение следующих задач:

- Организация одно- или двустороннего канала передачи информации между поставщиками и потребителям услуг для обмена информацией, индивидуальной для каждого потребителя, в режиме «точка-точка» (адресная передача информации).
- Организация доставки данных, которые могут понадобиться для оказания услуг всем потребителям, в режиме «точка-многоточие» (циркулярная передача информации).
- Организация доставки данных в режиме «точка-многоточие» для потребителей, относящихся к определенной категории (циркулярно-адресная передача информации). Большинство информации в ИУС передается именно в этом режиме.
- Приведение получаемых от различных поставщиков услуг данных к соответствию стандартам как по форме, так и по содержанию в автоматическом и/или ручном режиме.
- Фильтрация лишней информации в тех случаях, когда поставщики услуг по каким-либо причинам ее предоставляют. Примером является вырезание рекламных и декоративных элементов при получении данных в виде страниц HTML.
- Проверка поставщиков и потребителей услуг, желающих стать участниками данной ИУС на соответствие принятым в ней критериям качества, а также принятие решений об удалении из ИУС тех

участников, которые перестали соответствовать этим критериям.

- Прием и рассмотрение обращений абонентов, связанных с некачественным оказанием услуг, оперативная компенсация материальных потерь абонентам и принятие мер к поставщикам услуг, вплоть до приостановки деятельности.
- Накопление и анализ статистической информации с целью непрерывного улучшения качества услуг.

Рассмотрим теперь особенности абонентских терминалов в ИУС. Помимо приема информации от ЦДИ, абонентские терминалы должны решать задачу представления ее в виде, наиболее подходящем для данного потребителя. При этом форма представления данных может зависеть от индивидуальных особенностей потребителя, например, возраста, наличия нарушений восприятия или других физических или психических отклонений. Наличие такой индивидуализации, а также адресного и циркулярно-адресного режима передачи данных, не должны приводить к потере у ЦДИ возможности предсказать, какие данные и в какой форме в конце концов будут воспроизведены на том или ином абонентском терминале. В связи с этим, программное и аппаратное обеспечение абонентских терминалов должно проходить сертификацию для использования в ИУС. Поэтому желательно, чтобы различия в аппаратной производительности были минимальными, а обновления программного обеспечения устанавливались в автоматическом режиме в как можно более короткие сроки.

Существует два способа технической реализации абонентских терминалов. Первый — использовать универсальные терминалы (компьютеры), разработав для них специальное программное обеспечение. Этот вариант обладает рядом недостатков. Во-первых, доверительная среда может быть разрушена вследствие заражения вредоносным программным обеспечением или конфликтов с другими программами. Во-вторых, на практике представляется очень сложным провести сертификацию разнородного оборудования для его использования в ИУС. В связи с этим, более разумным решением является применение специализированных терминалов, программное и аппаратное обеспечение которых находится полностью под контролем центра доверенного интегратора. В частности, авторами была подана заявка на патент по использованию в качестве таких терминалов планшетных устройств, которые, согласно плану, будут использоваться в качестве электронных учебников.

Наконец, важную роль в построении ИУС играют каналы связи. В принципе, для организации канала связи в качестве универсального решения может использоваться сеть Интернет. Однако это не является лучшим вариантом ни с точки зрения доступности (пока вся территория страны не покрыта широкополосным доступом), ни с точки зрения надежности доставки данных. Гораздо более правильным решением,

особенно для стран, еще не завершивших переход от аналогового телевидения к цифровому, является использование системы доставки цифрового телевизионного сигнала для оказания ИКОУ. Стандарт организации транспортных потоков MPEG-2/4 позволяет передавать в составе ТВ сигнала не только видео- и аудиоинформацию, но и произвольный поток цифровых данных, который может быть декодирован процессором абонентского терминала и использован его программным обеспечением для создания интерфейса получения услуг. Такой подход обладает тремя преимуществами.

Во-первых, инфраструктура цифрового телевидения обладает высокой степенью надежности, не сравнимой с надежностью сетей доступа к Интернету. Так как обеспечение телевизионного вещания является стратегически важной задачей государства, каждый узел снабжен несколькими уровнями защиты как от технических неисправностей, так и от действий злоумышленников.

Во-вторых, после окончательного перехода на цифровое вещание, сигналом цифрового телевидения будет покрыта вся территория страны целиком.

В третьих, как было отмечено выше, оказание ИКОУ требует одновременной рассылки одинаковой информации большому количеству абонентов одновременно. IP-сети имеют ограниченные возможности для этого, в то время как данные, передаваемые в составе цифрового ТВ сигнала одновременно доставляются всем абонентам, имеющим права на доступ к ним. Для передачи информации обратно в центр доверенного интегратора может использоваться IP-сеть или любой другой канал связи. Количество передаваемых данных существенно сокращается за счет того, что в доверительной среде ЦДИ хранит контекстную информацию о потребителях, а значит ее не нужно воссоздавать при каждом оказании услуги. Благодаря этому для работы системы подходят даже очень низкоскоростные каналы (например, GPRS).

В рамках пилотного проекта Томске внедрение ИУС проходит там вместе с внедрением цифрового телевидения при активном участии и контроле Администрации Томской области. Главным исполнителем является ФГУП НИИР, основными исполнителями — ЗАО «Элекард Девайсез» и ОАО «Март». В рамках данного проекта была создана рабочая группа, помимо администрации и исполнителей включающая в себя операторов услуг (муниципальные органы и коммерческие компании), операторов связи и вещания, представителей администрации, а также представителей общественности.

Кроме того, задействованы образовательные и научно-исследовательские институты, в том числе Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). Для научных исследований данный проект представляет уникальные возможности, так как впервые в одном месте будет собрана информация об

услугах, предоставляемых различными операторами. В частности, появится возможность на основании собранных сведений оценить количественно полезный эффект от внедрения новых ИКТ, заключающийся в повышении уровня жизни населения, в том числе за счет увеличения качества образования. Методика для такой оценки уже разработана авторами [6]. В результате этой работы можно будет сформировать показатели развития ИКТ, основанные не на технических, а на содержательных характеристиках предоставляемых услуг. Эта задача имеет ключевое значение для определения всей логики развития ИКТ, в том числе и в части средств информатизации [7], и ее решение позволит в значительной степени уменьшить описанную выше проблему нецелевого использования ресурсов.

К участию в проекте в качестве поставщиков услуг допускаются только организации, удовлетворяющие тщательно разработанным критериям качества. Помимо этого, проводится периодическая плановая переаттестация поставщиков, а также внеплановые проверки при поступлении жалоб от потребителей на низкое качество услуг. При этом, однако, принимаются меры для сохранения конкуренции: для всех услуг, для которых это возможно, подключается сразу несколько поставщиков.

Все это, по мнению авторов, позволяет говорить о том, что именно ИУС в настоящий момент является наиболее перспективной средой для оказания ИКОУ. Представляется возможным следующий спектр услуг:

- Распределение учебных материалов для учащихся.
- Распределение учебно-методических материалов, а также распоряжений, приказов и прочей служебной информации для преподавателей и методических работников.
- Распределение и контроль выполнение домашних заданий.
- «Электронный дневник», доведение до сведения родителей информации об успеваемости учащихся.
- Различные ИКОУ для учащихся с ограниченными возможностями.
- ИКОУ для заочного и дистанционного образования, в том числе проведение промежуточного контроля знаний.
- Удаленное проведение части занятий по тем предметам, которые не могут быть проведены в очной форме вследствие недостаточной технической оснащенности или отсутствия педагогических кадров в учебных заведениях сельских и отдаленных районов.
- Работа по индивидуальным учебным планам с одаренными детьми, проживающими вне крупных городов.

Для реализации этой идеи на практике к совместному проекту подключены представители органов управления образованием. Вместе с другими участниками они вырабатывают набор требований к качеству предоставляемых ИКОУ, который должен стать основой социотехнического стандарта, то есть документа, в котором закреплены как технические

аспекты (в частности, требования к каналам связи и абонентскому оборудованию), так и нормативы, связанные с содержательной частью услуг (например, требования по согласованности различных учебных материалов по одному и тому же предмету). Идея создания такого стандарта впервые была предложена авторами на фокус группе «От инноваций стандартам: преодоление цифрового разрыва» в Международном союзе электросвязи, и затем представлена на 23-й Европейской региональной конференции Международного телекоммуникационного сообщества, где вызвала большой интерес. Социотехнический стандарт, разработанный в ходе пилотного проекта, мог бы стать основой концепции дальнейшего развития информатизации образования в стране.

Литература

1. Ваграменко Я.А. Информатика: образовательный аспект. М. ИИО РОА, 2011.
2. Сарьян В. К., Сущенко Н. А. Использование информационно-управленческих сетей для оказания образовательных инфокоммуникационных услуг // Труды НИИР. 2013. Т. 1. Готовится к публикации.
3. Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2011–2016 : Отчет / Cisco : 2012. 05.
4. Saint Petersburg Declaration - Building Confidence and Security in the Use of ICT to Promote Economic Growth and Prosperity. 2012. http://www.apec.org/Meeting-Papers/Ministerial-Statements/Telecommunications-and-Information/2012_tel.aspx.
5. Ваграменко Я. А., Зобов Б. И., Сарьян В. К. Информационное обеспечение молодежной среды // Педагогическая информатика. 2001. — 1. С. 35–42.
6. Issues affecting the evaluation of the beneficial effect of new technologies and ways to solve these issues, 23rd European Regional Conference of the International Telecommunication Society / International Telecommunications Society. Vienna, 2012.
7. Назаренко, А. П., Сарьян, В. К., Сущенко, Н.А. Единый критерий оценки эффективности использования частотного спектра // Электросвязь. 2009. № 10. С. 24–28.

Васильев С.Н.,
г.н.с, ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова
Смирнова Н.В.,
н.с., ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова
Суконнова А.А.,
ст. инж., ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова
Душкин Д.Н.,
инж.-прогр, ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова
Абраменков А.Н.,
ст. инж.-прогр.; ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова
snv@ipu.ru

Методы интеллектуализации обучающих систем

Аннотация

Предлагаются методы интеллектуализации следящих систем обучения предметам естественнонаучного цикла. Подробно описываются логические методы автоматизации решения задач и планирования действий, а также эвристические методы проверки решений задач с привлечением инструментов символьных вычислений.

1. Введение

В данной работе рассматриваются методы интеллектуализации обучающих систем, хотя ряд рассматриваемых здесь методов имеет более широкую применимость. Одним из наиболее перспективных видов обучающих систем представляются так называемые следящие ИОС, т.е. такие обучающие системы, которые сравнивают шаги найденного решения, найденного самой системой, с шагами решения, получаемого обучаемым, для проверки хода решения обучаемого на завершенность и правильность.

К следящим ИОС относится система «Волга», разрабатываемая в Институте проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН в сотрудничестве с Казанским государственным техническим университетом им. А.Н.Туполева и психологическим факультетом Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова [1]. В решателях задач ИОС, способных отыскивать решения автоматически, могут задействоваться разные методы. В случае, когда это методы автоматического доказательства теорем (АДТ), в частности, дедукции или абдукции, ИОС именуется как система, основанная на АДТ (см., например, [2]). Существуют решатели, использующие более широкий спектр методов и эвристик, которые изначально разрабатывались психологами для

исследования процессов человеческого мышления, называемые когнитивными. Соответствующие ИОС именуются системами, основанными на когнитивных архитектурах (см., например, [3]).

ИОС «Волга» относится к гибридным следящим системам, поскольку в ней для проверки решений студентов используются не только логические решатели, но и ряд эвристических методов, задействующих библиотеку символьных вычислений SymPy[4]. В п. 2-4 статьи описывается первая версия подсистемы проверки решений, позволяющая не только установить правильность введенного студентом фрагмента решения, но также определить, какое из заложенных в системе решений наиболее близко к решению студента, является ли решение студента завершенным и достаточно развернутым. В п. 5 рассматриваются методы АДТ, автоматического планирования действий и автоматического поиска недостающих средств достижения текущей подцели. Областью применения методов АДТ является автоматическая генерация возможных решений учебных задач и планирование действий при управлении учебным процессом.

2. Обзор результатов, полученных другими коллективами.

Одной из наиболее развитых систем, в которой реализована поддержка ввода и проверка решений задач в достаточно свободной форме, является ANDES Tutor[5]. Эта система спроектирована для обучения вводному университетскому курсу физики, рассчитанному на два семестра. Как отмечают разработчики ANDES [6], в ранних версиях ANDES правильность уравнений, вводимых студентами, определялась по тому, является ли эквивалентной формула студента одной из формул из некоторого списка.

Данный список генерировался на этапе настройки системы путем применения набора правил, задающих возможные алгебраические манипуляции, к набору основных, или «канонических», уравнений. Этот метод требовал создания широкого списка возможных комбинаций формул из набора «канонических» уравнений. Даже для простых учебных задач в базу данных обучающей системы требовалось поместить слишком много возможных решений, поэтому разработчики ANDES решили сконструировать другую подсистему (описание этой подсистемы см. в [6]). Мы считаем, что вышеописанной проблемы можно избежать (см. п. 4). Что касается известных проблем алгоритмической неразрешимости массовой задачи эквивалентности термов и формул той или иной рассматриваемой теории, то еще в 1970-ых годах (В.М. Глушков и др.) отмечалась полезность понятия практической разрешимости, учитывающей эвристики и вычислительную сложность задач, в сравнении с зачастую практической неразрешимостью ряда теоретически разрешимых задач. Поэтому для ИОС «Волга» была разработана подсистема, в которой правильность вводимых студентами формул определяется путем сравнения их на эквивалентность с формулами, присутствующими в возможных решениях учебной задачи.

Эквивалентность формул в ИОС «Волга» определяется с помощью библиотеки символьных вычислений SymPy. Идея привлечения инструментов символьных вычислений к проверке ответов студентов путем сравнения выражений на эквивалентность не нова. По-видимому, самыми широко известными обучающими системами, в которых используется данный подход, являются ActiveMath[7] и STACK[8]. Между тем, в этих системах в качестве решения задания допускаются только только «одношаговые» задачи.

К сожалению, в отличие от системы компьютерной алгебры Maxima, которая используется в STACK, библиотека SymPy не позволяет отключать некоторые аксиомы при проверке на эквивалентность формул. Отключение аксиом коммутативности и ассоциативности полезно при определении того, соответствует ли формула студента требованиям преподавателя – например, является ли она достаточно упрощенной, обладает ли требуемым порядком слагаемых. Преимуществами SymPy являются высокий уровень интероперабельности и надежность работы в условиях многопользовательского веб-приложения. Поэтому в архитектуру ИОС «Волга» была встроена библиотека SymPy.

3. Организация ввода и проверки решений студентов в ИОС «Волга».

В ИОС «Волга» фрагменты решения вводятся в систему с помощью специального элемента интерфейса (см. рис. 1). Фрагмент решения, введенный с помощью этого элемента интерфейса, называется шагом студента. Для студентов предусмотрено два вида интерфейса ввода шага: «трудный» и «легкий». Далее будет описан только «трудный» интерфейс. Интерфейс ввода шага включает текстовое поле ввода и область, в которой отображается визуальное представление вводимой формулы, динамически формируемое с помощью скрипта Mathjax. Правила ввода формул похожи на синтаксис LaTeX.

Возможные решения учебных задач представляются посредством коллекции экземпляров класса «Этап». Правильность шага определяется путем проверки того, является ли формула студента эквивалентной формулам из некоторого списка (об этом подробнее далее). Эквивалентность формул проверяется с помощью функции *simplify* библиотеки SymPy.

Перед проверкой на эквивалентность выполняется предобработка сравниваемых формул. Поскольку синтаксис Mathjax немного отличается от синтаксиса SymPy, к тому же правила ввода формул были несколько упрощены, предобработка включает замену некоторых символьных последовательностей на другие (например, «^» на «**»). Кроме того, во время предобработки все обозначения задачи в сравниваемых формулах заменяются на соответствующие символы «x1y», ..., «xny» (при вводе формул студент может использовать только обозначения из определенного списка, отображаемого в окне пользовательского интерфейса решения

задачи). Такая замена позволяет не только избежать ситуаций, в которых присутствие обозначений, содержащих не поддерживаемые SymPy символы (например, « $p(a,b)$ ») вызывает исключения во время проверки эквивалентности, но и эффективно вставлять в формулу студента забытые им знаки умножения.

Шаг 1

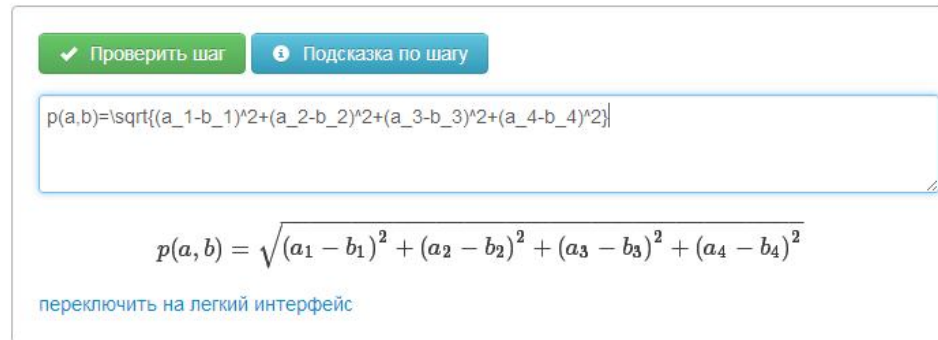


Рис. 1. Пример шага студента.

Заметим, что в некоторых случаях в дополнение к стандартной процедуре проверки на эквивалентность двух выражений запускаются дополнительные эвристики. Если часть формулы этапа содержит префикс « $\#almost\#$ », запускается эвристика, проверяющая путем сравнения количеств операций сложения, умножения, вычитания и возведения в степень, является ли соответствующая часть формулы студента настолько же развернутой. В случае присутствия префикса « $\#fixed\#$ » запускается эвристика, проверяющая, является ли часть формулы студента такой же, как и часть формулы этапа в «строгом» смысле. Эта эвристика проверяет на точное совпадение две строки, соответствующие сравниваемым частям формул этапа и студента с предварительно удаленными из них пробелами. Например, когда формула этапа « $\#fixed\# x + y = \#almost\# a + b$ », то тогда, если формула студента

$x + y = a + b$, шаг студента введен правильно,

$y + x = a + b$, шаг студента введен неправильно,

$x + y = b + a$, шаг студента введен правильно,

$x + y = a + b + 1 - 1$, шаг студента введен неправильно.

Впервые необходимость запуска дополнительных эвристик после стандартной проверки на эквивалентность возникла при анализе решений студентов на достаточную развернутость (для того, чтобы предотвратить списывание, преподаватели могут требовать от студентов со слабой успеваемостью предоставления более развернутых решений) Рассмотрим следующий пример.

Условия задачи: Вычислить расстояние между векторами $a = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ и $b = \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix}$

Одно из возможных решений:

$$p(a,b) = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2} \quad (1)$$

$$p(a,b) = \sqrt{(1-5)^2 + (2-6)^2} \quad (2)$$

$$p(a,b) = \sqrt{(-4)^2 + (-4)^2} \quad (3)$$

$$p(a,b) = \sqrt{32} \quad (4)$$

Формулы (2)-(4) соответствуют последовательному упрощению формулы расстояния между векторами, в которую подставили конкретные значения координат. Заметим, что для функции *simplify* формулы (2)-(4) являются попарно эквивалентными, и, соответственно, неразличимыми. Так, например, если преподаватель потребует, чтобы в решении студентов обязательно присутствовала формула (2), а решение студента будет состоять только из формулы (4), то проверяющим алгоритмом не будет установлено, что решение студента не соответствует требованиям преподавателя. Для решения этой проблемы в конфигурацию ИОС «Волга» были внесены описываемые ниже изменения.

Для шагов решения, соответствующих упрощению одного и того же выражения, создается только один объект «Этап решения». Если существует необходимость наложить условия на развернутость решения, то преподаватель, помимо основной формулы, в качестве дополнительных свойств этапа вводит в систему формулы, которые должны обязательно присутствовать в решении студента («обязательные» формулы). Для рассматриваемого примера имеем:

Этап 1.

Основная формула: (1).

Этап 2.

Основная формула: (2), «обязательные» формулы: (2)-(4)²⁰.

После стандартной процедуры проверки шага в случае его правильности, если шаг студента соответствует этапу с непустым множеством «обязательных» формул, формула шага студента «строго» сравнивается с каждой из «обязательных» формул этапа (т.е. при сравнении на эквивалентность считается, что каждая «обязательная» формула содержит префикс «#fixed#»). Если находится «обязательная» формула, «строго» совпадающая с формулой шага студента, то в системе сохраняется информация о том, что данный шаг студента реализует именно эту «обязательную» формулу. Решение студента считается достаточно развернутым, если в нем реализованы все «обязательные» формулы этапов решения, наиболее близкого к решению студента.

Решение, наиболее близкое к решению студента, характеризуется максимумом совпадений между множеством присутствующих в нем этапов

20 В зависимости от пожеланий преподавателя совокупность «обязательных» формул может быть другой.

и множеством различных²¹ этапов, присутствующих в решении студента. Если студент еще не ввел правильных шагов, то наиболее близким считается решение, рекомендованное преподавателем в качестве опорного.

Этап, соответствующий шагу студента, определяется автоматически во время проверки шага. Для этого сначала проверяется, эквивалентна ли формула студента, каждой из формул, соответствующих этапам возможных решений задачи. Если оказывается, что формула студента эквивалентна нескольким формулам, тогда формулы дополнительно сравниваются на наличие эквивалентности в «строгом» смысле (т.е. с использованием префикса «#fixed#»). Если же формула студента эквивалентна (в обычном или «строгом» смысле) только одной из формул, соответствующих этапам возможных решений, тогда этот этап соответствует шагу студента.

4. Проблема множественных комбинаций формул, генерируемых студентами при решениях учебных задач

Рассмотрим эту проблему на примере задачи вычисления расстояния между векторами a, b в евклидовом пространстве.

Для решения этой задачи необходимо использовать следующие формулы:

$$p(a, b) = |c| \quad (5)$$

$$\begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 - b_1 \\ a_2 - b_2 \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$|c| = \sqrt{(c, c)} \quad (7)$$

$$(c, c) = c_1^2 + c_2^2 \quad (8)$$

Комбинация формул сводится к замене величин в одной формуле алгебраическими выражениями, полученными из других формул, участвующих в комбинации. Например, комбинация формул (5) и (7) имеет вид: $p(a, b) = \sqrt{(c, c)}$, комбинация же формул (5), (7), (8), такова: $p(a, b) = \sqrt{c_1^2 + c_2^2}$.

Нетрудно придумать алгоритм, который бы сгенерировал все возможные решения студента, включающий все возможные комбинации данного набора формул. В данном случае было сгенерировано 16 решений. В решениях произвольных учебных задач может присутствовать несколько таких «базовых» наборов формул. Например, если возможные решения задачи можно описать 5-ю «базовыми» наборами формул, то преподавателю на этапе настройки системы придется заложить в базу данных 80 возможных решений. Рассмотрим возможный способ преодоления этой проблемы.

Возможности комбинации формул удобно представлять в виде графа, каждая вершина которого соответствует одной или нескольким величинам, а каждое ребро - одной формуле (см. рис. 2). Если в графе вершины a и b соединены ребром $a \leftarrow b$, это означает, что переменная a может быть вычислена по формуле, которая содержит величину b (значений других

21 имеется в виду термин языка SQL, см. опцию DISTINCT выражения SELECT.

величин при этом не требуется).

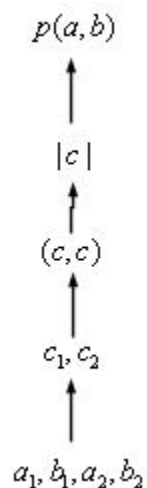


Рис. 2. Возможности комбинации формул для задачи вычисления расстояния между векторами a и b евклидова пространства

Если добавить в модель базы данных класс «Комбинаторный этап», который бы содержал информацию об этом графе, тогда процедура проверки решений может включать следующие шаги:

1. если существует вершина графа, величины которой совпадают с величинами в левой части уравнения студента, запомнить эту вершину (обозначим ее a),
2. если существует вершина графа, величины которой совпадают с величинами в правой части уравнения студента, запомнить эту вершину (обозначим ее b),
3. сформировать формулу, соответствующую «комбинаторному этапу», путем последовательной комбинации формул, двигаясь по графу от вершины a до вершины b ,
4. применить стандартную проверку на эквивалентность формулы студента формуле «комбинаторного этапа».

Рассмотрим следующий пример. Пусть студент ввел формулу $|c| = c_1 + c_2$. В левой части формулы студента находится $|c|$, в правой части - c_1, c_2 . В этом случае формула «комбинаторного этапа» получается как комбинация формул (7) и (8) и имеет вид: $|c| = \sqrt{c_1^2 + c_2^2}$.

Студент ввел неправильный шаг, поскольку формулы $|c| = \sqrt{c_1^2 + c_2^2}$ и $|c| = c_1 + c_2$ не эквивалентны.

Улучшение вышеописанной процедуры - тема следующих публикаций. Целью данного раздела статьи было показать преодолимость проблемы, возникающей при использовании ранее предложенного метода проверки решений студентов.

5. Логические методы интеллектуализации

Известны разные логические исчисления и методы поиска выводов,

ориентированные на компьютерную реализацию. В их числе – метод резолюций для представления и обработки знаний в языке дизъюнктов [9-12], метод представления и обработки знаний в языке по-формул (ПОФ-метод) [13] и другие. Хотя метод резолюций, как и ПОФ-метод, машинно-ориентирован, ПОФ-метод обладает рядом преимуществ, которые являются ключевыми для интеллектуализации компьютерных средств обучения на основе логического подхода. В частности, не уступая другим методам автоматического доказательства теорем в свойствах выразительности языка, а также корректности и полноты стратегий выводов, языковые и дедуктивные средства исчисления по-формул (по-формализм) характеризуются меньшей комбинаторностью пространства поиска выводов и лучше совместимы с эвристиками предметной области из-за того, что в отличие от языка дизъюнктов, используемого в методе резолюций, в языке L по-формул эвристическая структура знания не разрушается. Более полный перечень особенностей этого метода содержится в [13].

Язык L по-формул является полным языком первого порядка, формулы которого представляются как деревья. Каждый узел есть т.н. позитивный квантор (ПК), состоящий из знака квантора (\forall, \exists), вектора связываемых этим квантором переменных и условия, накладываемого на значения этих и ранее квантифицированных переменных в виде конъюнкта, где под конъюнктом понимается множество (конъюнкция) атомов. Ветвления после ПК всеобщности (существования) понимаются как дизъюнкции (соответственно конъюнкции). ПК всеобщности (узлы-посылки) и существования (узлы-факты) чередуются вдоль каждой ветви формульного дерева. Без ограничения общности можно считать, что 1) корнем формульного дерева является ПК $\forall: True$ (набор переменных отсутствует, $True$ - тождественно истинный предикат и, если за корнем следует ветвление, то этот ПК понимается просто как дизъюнкция), 2) листьями дерева являются ПК существования и, в частности, $\exists: False$ ($False$ - тождественно ложный предикат), 3) ни один ПК, кроме листьев, не содержит $False$. Подробнее язык L описан в [13], а здесь рассмотрим лишь его пропозициональный фрагмент. Поэтому в ПК существования (узлах-фактах) кванторы \exists не пишем, а в ПК всеобщности (узлах-посылках) вместо символа \forall пишем знак вопроса.

Семантика по-формулы F прозрачна: она совпадает с теоретико-модельной семантикой соответствующего образа F^{IB} (формулы F) в классическом исчислении высказываний (или образа F^{III} в первопорядковом варианте языка L , см. [13]). Язык по-формул полон относительно классических выразительных возможностей [13].

Далее будет рассмотрен пропозициональный фрагмент исчисления по-формул J [13] с такой модификацией построения выводов, которая предложена в [14,15] и позволяет осуществлять распараллеливание вывода

с целью его ускорения.

Пусть по-формула F имеет вид, представленный на рис. 3, где в эллипсах – нераскрытые части формулы. Для определения правила ω будем считать, что A не совпадает с $False$ и обведенное пунктиром -непусто, хотя подформулы $\Phi, \Psi, \Sigma_1, \dots, \Sigma_l$ могут быть пустыми. Содержание $\Psi, \Sigma_1, \dots, \Sigma_l$ может быть разным, но их ветви должны начинаться с узлов-посылок, т.е. с вопросов, а ветви в Φ должны начинаться с узлов-фактов. Пусть в общем случае узел-посылка (вопрос) B имеет альтернативы (т.е. дизъюнктивное ветвление) как на рис. 3, где $l \geq 1$.

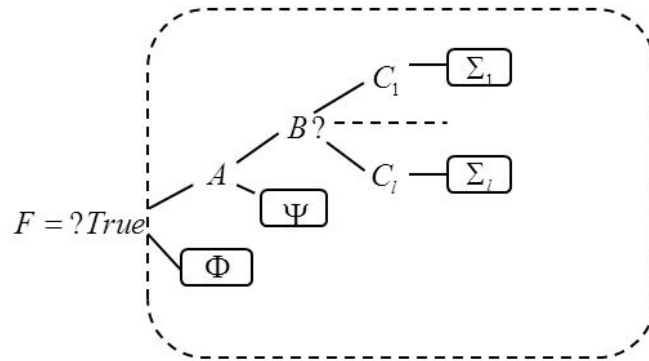


Рис. 3. Общий вид по-формулы.

Пусть содержимое вопроса B подтверждено в узле-факте A , т.е. $B \subseteq A$. Тогда по определению применения правила ω к вопросу B приводит к по-формуле, представленной на рис. 4. В соответствии с методом доказательства от противного, выводы в исчислении J ориентированы на опровержение отрицания доказываемого, поэтому в качестве аксиомы выбрана по-формула $True? - False$. Конечная последовательность применения ω , приводящая к этой аксиоме, называется выводом.

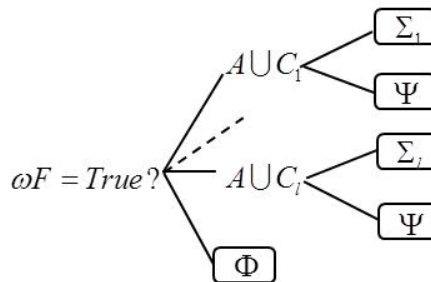


Рис. 4. Результат однократного применения правила ω к F .

Каждый шаг вывода формализует не столько специальный (локальный) переход от условий к действию (как, например, при использовании инструктивных знаний «если-то» в экспертных системах продукционного типа, выражающий более или менее очевидным образом отдельный шаг приближения к цели), сколько интуитивное представление человека о правильности (логичности) умозаключений, т.е. имеет более универсальный характер.

Применение правила вывода к узлу вопросу B с дизъюнктивным ветвлением привело к размножению узла-факта A . Обработку каждой

подформулы, начинающейся с узла $A \cup C_i, i = \overline{1, l}$, можно осуществлять независимым образом параллельно, например, на разных процессорах (естественный ИЛИ-параллелизм). В отличие от [13], в [14,15] предложено применение правила вывода ω и к вопросам, входящим в третий, пятый и более глубокие (нечетные) уровни вопросов формулы F , например, на рис. 3 входившим в Φ, Ψ и $\Sigma_i, i = \overline{1, l}$. Поясним это на примере (рис. 5).

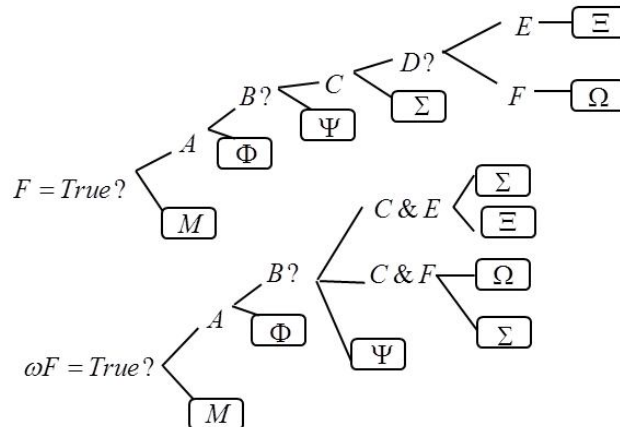


Рис. 5. К расширению применимости правила ω для распараллеливания вывода.

Пусть требуется ответить на вопрос D формулы F . Тогда условием применимости правила ω к вопросу D будет вложимость конъюнкта D в объединение конъюнктов $A \cup B \cup C$. Результатом применения ω к D будет формула ωF , представленная на рис. 5.

Теорема 1. F логически эквивалентно ωF .

Если на каждом шаге применения правила ω каждая новая формула следует из предыдущей (хотя они даже эквивалентны), то вывод противоречия в конце цепочки применений правила ω означает противоречивость исходной формулы, что и требуется (по методу от противного).

Утверждение 1 (необходимый критерий опровержимости). Для противоречивости формулы F необходимо, чтобы хотя бы один лист древовидного представления F совпадал с *False*.

Доказательство очевидно. Действительно, т.к. ни один узел, отличный от листьев, не содержит предиката *False*, то, если хотя бы в одном листе тоже нет этого предиката, то мы никогда в узле-факте 1-го уровня не получим противоречия.

Разумеется, наличие листьев с противоречиями не означает опровержимости по-формулы (т.е. указанный критерий не является достаточным, он только – необходимый). Например, следующая формула, очевидно, неопровержима, $True? - A - B? - False$, если B не является подмножеством множества атомов A (не применимо правило вывода), что необходимо для проникновения *False* в A .

При решении задач с неполной информацией (учебных или

управленческих в модуле управления) необходим механизм дооснащения дополнительными средствами, в том числе конструктивными средствами вычислимости в виде недостающих формул, средствами построения планов действий модуля управления и т.п. Это дооснащение реализуемо на основе сочетания правила ω с некоторым правилом абдуктивного типа. Такое сочетание правил вывода осуществляется в излагаемом ниже механизме решения логических уравнений (вначале – в классической семантике).

Рассмотрим пропозициональное уравнение $X \rightarrow A$, где $(\neg A)^L$ – известная произвольная хорновская по-формула, т.е. без дизъюнктивных ветвлений, а X – неизвестная формула, подлежащая отысканию для обеспечения выводимости в исчислении высказываний (ИВ) формулы $X \rightarrow A$, т.е. $\xrightarrow{\text{ив}} X \quad A$.

Рассмотрим следующую процедуру построения X по A с применением средств исчисления J . Поскольку обоснование $X \rightarrow A$ равносильно опровержению $(X \& \neg A)^L$, то к формуле $(\neg A)^L$ добавляется неизвестная V , т.е. рассматривается по-формула $\Omega = \text{True? True} \left(((\text{Ш})^L, V) \right)$. Здесь и далее используется скобочная структура формул для представления ветвлений и других структурных элементов (вместо геометрического, как на рис. 3-5). По-формула $(\neg A)^L$ имеет общую структуру набора формул $B_1?(\Phi_1), \dots, B_m?(\Phi_m)$, где $m \geq 1$. Поначалу ω неприменимо (узел-факт первого уровня – пустой), поэтому в порядке конкретизации V формируем начальный фрагмент будущего решения $X = (\tilde{V})^{us}$:

$$\tilde{V} = \text{True?} (B_1(V_1), \dots, B_m(V_m)),$$

где V_i – новые неизвестные (подлежащие конкретизации).

После ответа на синтезированный вопрос True формула Ω примет вид $\text{True?} (B_1(B_1?(\Phi_1), \dots, B_m?(\Phi_m), V_1), \dots, B_m(B_1?(\Phi_1), \dots, B_m?(\Phi_m), V_m))$ (9)

где каждая подформула, начинающаяся с узла-факта B_i , является объектом независимого опровержения.

Каждая такая подформула после, по меньшей мере, одного применения ω (в том числе к вопросу B_i) примет один из следующих трех видов: либо 1) False , либо 2) $C(V_i)$, либо 3) $C(C_1?(\Psi_1), \dots, C_k?(\Psi_k), V_i)$, $k \geq 1$, с неприменимым более правилом ω .

В первом случае i -я ветвь в \tilde{V} опровергнута и по критерию получения логически наислабейшей импликации формулы \tilde{V} полагаем $\tilde{V}_i = \Lambda$, где Λ – пустое выражение.

Во втором случае полагаем $\tilde{V}_i = C? \text{False}$, после чего i -я ветвь снова опровергается с указанным результатом \tilde{V}_i . В третьем случае формируем

$$\tilde{V}_i = C?(C_1(V_{i1}), \dots, C_k(V_{ik}))$$

и после ответа на этот вопрос узел-факт C снова размножится и каждый новый узел-факт $C \text{ И } C_l$ будет началом ветви

$$C \text{ И } C_l(C_1?(Ψ_1), \dots, C_k?(Ψ_k), V_{il}), \quad l = \overline{1, k}.$$

Дальше процесс продолжается аналогично описанному для (9). Правило синтеза решения \tilde{V} назовём правилом α , а весь процесс – ограниченным (ω, α) -процессом, поскольку синтез очередного фрагмента решения \tilde{V} осуществляется лишь в случае неприменимости правила ω .

Теорема 2. Пусть дано пропозициональное логическое уравнение $X \rightarrow A$, где $(\neg A)^L$ – известная хорновская по-формула, X – неизвестно. Тогда ограниченный (ω, α) -процесс (синтеза по-формулы \tilde{V}) конечен и приводит к необходимому и достаточному условию $X = \left(\tilde{V} \right)_{\text{ИВ}}^{\text{ИВ}}$, т. е.

$$\square_{\text{ИВ}} \left(\tilde{V} \right)_{\text{ИВ}}^{\text{ИВ}} \leftrightarrow A$$

Таким образом, при возникновении трудностей с доказательством A (ω, α) - процесс преодолевает их путем формирования и принятия некоторых дополнительных предположений X . Этот подход представляется характерным для содержательных рассуждений. Под трудностями доказательства понимаются не только собственно исчерпание ресурсов, но и, например, появление тех или иных признаков бесперспективности или невозможности дальнейшего доказательства (заикливание, неприменимость правил вывода и т. п.). Даже при отсутствии ограничений на ресурсы в неразрешимых и полурешимых теориях возникает проблема принятия решения в случае, если доказываемая формула невыводима, а признаков этого не обнаруживается ни сразу, ни в процессе доказательства. При этом учет ресурсных ограничений оказывается полезным сам по себе для построения решающих правил, в частности, прерывающих процесс поиска вывода.

По своей постановке задача разработки алгоритмического метода синтеза гипотез X для выводимости формул $X \rightarrow A$ напоминает работы по автоматическому синтезу теорем [16], решению пропозициональных и первопорядковых логических уравнений [17], индуктивному логическому программированию [18], абдуктивному логическому программированию [19]. Однако (ω, α) - процесс по своему содержанию и сфере возможных приложений отличается от указанных работ. Некоторая первопорядковая версия (ω, α) - процесса описана в [20].

С логической точки зрения многие учебные задачи могут иметь

неклассическую семантику («доказать, что истинно...»), а конструктивную («найти...», «вычислить...», «построить...»). При этом должна быть возможность извлечения из логического вывода утверждения о достижимости цели искомого плана действий (плана отыскания, вычисления или построения). Примером конструктивной задачи является задача, цель которой специфицируется формулой $A \text{ } \mathcal{V} B$, а логический вывод должен обеспечить распознавание, какой конкретно из этих двух случаев имеет место. Так, классический вывод специфицируемой формулой $A \text{ } \mathcal{V} \mathcal{U} A$ цели, где, например, A - утверждение «Великая теорема Ферма верна» (как и при других A , например, когда A - утверждение «Данные два треугольника равны» и т.п.), ничего не дает и тривиален.

Поэтому нужны логики для решения задач в конструктивной семантике, широко возникающих не только на уровне отыскания решений учебных задач, но и для планирования действий самой системы.

В [13] выделен конструктивный фрагмент исчисления J (см. Приложение). В проекции на пропозициональный язык из Теорем 2.8 – 2.10 и Следствия 2.1 [13] очевидным образом вытекает следующее утверждение.

Утверждение 2. Если по-формула F - произвольная спецификация конструктивных средств достижения цели (т.е. каждому \mathcal{V} -ветвлению сопоставлена упомянутая процедура распознавания), а по-формула G - спецификация цели из класса формул вида $D?(E_1, \dots, E_k)$, то всякий (классический) вывод в J формулы $((F)^{\mathcal{U}6} \& \neg(G)^{\mathcal{U}6})^L$ конструктивен в том смысле, что каждому \mathcal{V} -ветвлению в G можно сопоставить процедуру распознавания в виде композиции процедур для F .

Нетрудно проверить, что из Утверждения 2 и Теоремы 2 вытекает следующее утверждение.

Утверждение 3. Пусть задача A имеет вид $F \rightarrow G$, где $(F)^L$ - хорновская по-формула, $(G)^L$ - из класса $B?(B_1, \dots, B_n)$. Тогда всякий ограниченный (ω, α) - процесс синтеза условия \mathcal{V} выводимости формулы $(F \& \neg G)^L$ конечен и конструктивен, а синтезируемое решение \mathcal{V} - спецификация искомого, логически минимального, конструктивного дооснащения.

Рассмотрим простейший пример применения ограниченного (ω, α) - процесса в задаче планирования действий в условиях недостатка конструктивных средств достижения цели.

Пример.

«В треугольнике известна длина a основания и площадь S . Высота h , опущенная на основание, совпадает с боковой стороной b . Найти длину второй боковой стороны c ».

Пусть база знаний предметной области (планиметрии) не содержит формул, связывающих между собой величины a, h, S , дающих возможность конструктивного отыскания любой из них по двум другим, но есть формула

вычисления длины гипотенузы c через длины катетов a и b . Тогда, добавив к спецификации $b \& a \rightarrow c$ (спецификация минимальной базы знаний, выражающая вычислимость c через b и a) условия задачи $S \& a$, а также $(b \rightarrow h) \& (h \rightarrow b)$, что означает вычислимость b и h друг через друга (тривиальную, поскольку b и h совпадают), утверждение о вычислимости c в указанной вычислительной обстановке примет в ИВ вид

$$A = (S \& a \& (b \& a \rightarrow c) \& (b \rightarrow h) \& (h \rightarrow b) \rightarrow c),$$

а отрицание этого утверждения в языке L

$$(\neg A)^L = (True? \{S, a\}, \Phi).$$

где $\Phi = (\{b, a\}?c, \{b\}?h, \{h\}?b, \{c\}?False)$.

После применения ω к $\Omega = True? True \left((\sqcup)^L, V \right)$ получим $\omega \Omega = True? \{S, a\} (\Phi, V)$, где V – неизвестная, вводимая впрок – на случай неполноты средств для разрешимости задачи. Такой случай как раз здесь имеет место (данных хватает, а формульных зависимостей не хватает для вычислимости c). Поскольку теперь ω неприменимо, синтезируем спецификацию дооснащения

$$\tilde{V} = \{S, a\}? (\{b, a\}(V_1), \{b\}(V_2), \{h\}(V_3), \{c\}(V_4)).$$

Далее применяем α

$$\alpha \omega \Omega = True? \{S, a\} \left(\Phi, \tilde{V} \right)$$

и снова ω

$$\omega \alpha \omega \Omega = True? (\{S, a, b\}(\Phi, V_1), \{S, a, b\}(\Phi, V_2), \{S, a, h\}(\Phi, V_3), \{S, a, c\}(\Phi, V_4)).$$

Каждый из первых двух узлов-фактов (второго уровня) опровергается минимум за два применения правила ω , третий – за минимум три применения ω , а четвёртый – за минимум одно применение ω . Поэтому полагаем $V_i = \Lambda, \forall i = \overline{1, 4}$, и окончательно получим решение

$$\tilde{V} = \{S, a\}? (\{b, a\}, \{b\}, \{h\}, \{c\}),$$

означающее спецификацию недостающего средства вычисления по S, a либо 1) b , либо 2) h (что равносильно b), либо 3) c (что означает прямое вычисление c по S, a , т.е. путем применения явной формульной зависимости c от S, a).

Соответственно из вывода извлекается план решения задачи: ввести данные S, a (первое применение ω); убедившись в неприменимости более имеющихся знаний (данных) и конструктивных средств, синтезировать начальный (он же окажется и полным) фрагмент спецификации недостающих средств; ввести недостающие средства (применение α); использовать все средства (девять применений ω) с получением ответа c .

В частности, достаточным для «проталкивания» задачи над указанной «бедной» базой знаний является дооснащение вычислительным средством, способным по S и a вычислять h (по известной формуле

$h = 2S/a$).

Встраивание описанного (ω, α) -процесса как процедуры дооснащения для решения задачи может быть достаточно разнообразным, в том числе в управлении учебным процессом, например, для автоматического синтеза сценария диалога ИОС с обучаемым.

6. Заключение

В п. 2-4 статьи описана подсистема эвристической проверки решений обучаемого (студента), основанная на символьных преобразованиях. Она позволяет не только определить правильность введенного им фрагмента решения, но также определить, какое из априорно заложенных в систему решений наиболее близко к решению студента, является ли решение студента завершенным и достаточно развернутым. Качество работы предложенного способа проверки решений во многом зависит от возможностей функции *simplify* библиотеки SymPy. Возникает вопрос о том, как можно описать класс выражений, для которых функция *simplify* всегда выдает результат, т.е. выделить область полноты разработанной системы. На этот вопрос нельзя ответить, поскольку *simplify* – это эвристический метод, который постоянно совершенствуется. Так, если, например, выражение действительно тождественно 0, но не упрощается до него, то это обычно происходит в силу одной из следующих причин: 1) требуемое упрощение очень сложное, 2) упрощение не применимо для некоторых значений переменных.

В SymPy используется предположение о том, что все символы по умолчанию являются комплексными числами, и в процессе работы *simplify* не используются упрощения, которые не являются применимыми для всех комплексных чисел. Например, $\sqrt{x^2} = x$ верно только тогда, когда x – положительное число. Разработчики SymPy отмечают, что второй вышеобозначенной причины можно избежать путем дополнительных настроек функций упрощения выражений, вызываемых в ходе работы функции *simplify*.

Перечисленные особенности работы функции *simplify* позволяют надеяться на то, что решения не слишком сложных задач будут успешно проверяться предложенным выше способом. Данный способ был успешно апробирован при проверке задач из курса по линейной алгебре для студентов психологического факультета МГУ. При расширении обучающей системы на другие предметные области может потребоваться расширение и доработка как эвристики сравнения формулы шага студента с «обязательными» формулами, так и самой библиотеки SymPy.

Логические же методы интеллектуализации компьютерных систем в ИОС «Волга» при всей их абстрактности обладают рядом достоинств для их выделения в качестве базовых методов. Формализм позитивно-образованных формул, лежащий в основе логических методов, используемых в рамках проекта ИОС «Волга», характеризуется рядом

преимуществ указанных выше, и, в частности, компактностью представления и регулярностью структуры используемых формул, неразрушением исходной эвристической структуры знаний, что облегчает совместимость логики с эвристиками конкретного применения, большей эффективностью техники вывода в силу как меньшей размерности комбинаторного пространства поиска выводов, так и возможности распараллеливания вычислений в процессе вывода. На основе этих логических средств разрабатываются автоматические решатели задач для определенных предметов естественно-научного цикла (геометрии, математической статистики, качественной теории дифференциальных уравнений и др.). Такие решатели позволяют находить наиболее короткие решения задач или такие, которые не используют тех указанных априори разделов предмета, которые слабо освоены обучаемым.

Поскольку задачи планирования взаимодействия обучающей системы с обучаемым допускают ту или иную степень логической формализации, то применение логического (конструктивного) поиска выводов позволяет обеспечить интеллектуальность интерактивного взаимодействия системы с обучаемым: в случае когда обстоятельства, описывающие текущую ситуацию, имеют вид произвольных по-формул, а цель является квазихорновской формулой, любой вывод позволяет выстраивать цепочку действий как управление процессом обучения. Если та или иная рассматриваемая подцель недостижима ввиду неполноты средств ее достижения, то предложенный механизм (ω, α) -процесса обеспечивает дооснащение обстановки и планирование достижения подцели.

Описанные языки и исчисление приведены в пропозициональном варианте и допускают переформулировку на первопорядковый язык [13]. Вместе с тем вопросы работы с равенствами, поддержки индукции и некоторые другие логические вычисления пока остались неисследованными.

Литература

1. Vassilyev S. (et al.) Adaptive Approach to Developing Advanced Distributed E-learning Management System for Manufacturing / S.N.Vassilyev, G.L. Degtyarev, V.V.Kozlov, N.N.Malivanov, S.R.Sabitov, R.A.Sabitov, R.D.Sirazetdinov // Preprints of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing. (FR-C86). Moscow. 2009. pp. 2198-2203.
2. Makatchev M. (et al.) Abductive Theorem Proving for Analyzing Student Explanations to Guide FeedBack in Intelligent Tutoring Systems / M. Makatchev, P. W. Jordan, K.VanLehn // Journal of Automated Reasoning. 2004. Vol 32, № 3. pp 187-126.
3. Koedinger K. R. Cognitive tutors: Technology bringing learning sciences to the classroom / K.R. Koedinger, A.T.Corbett // The Cambridge handbook of the learning sciences. NY: Cambridge University Press. 2006. pp 137.
4. Sympy Development Team. SymPy: Python library for symbolic mathematics [Электронный ресурс] // URL: <http://www.sympy.org> (Дата обращения: 06.10.2012)
5. VanLehn K. (et al.) The Andes Physics Tutoring System: Lessons Learned / K. VanLehn, C. Lynch, K. Schulze, J. A. Shapiro, R. Shelby, L. Taylor, D. Treacy, A. Weinstein, M.

Wintersgill // International Journal of Artificial Intelligence in Education. 2005. Vol 15, № 3. pp 147-204.

6. J.A. Shapiro. An Algebra Subsystem for Diagnosing Students' Input in a Physics Tutoring System / Shapiro J.A. // International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED), 2005. № 15. pp. 205-228

7. Melis E. ActiveMath: An Intelligent Tutoring System for Mathematics / E.Melis, J.Siekmann // Artificial Intelligence and Soft Computing – ICAISC 2004. Springer Berlin Heidelberg, 2004. Vol. 3070. pp. 91-101.

8. Bradford R. (et al.) A Comparison of Equality in Computer Algebra and Correctness in Mathematical Pedagogy / R. Bradford, J.H. Davenport, C. Sangwin // International Journal for Technology in Mathematics Education, 2009. Vol.16, № 1.

9. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход / С.Рассел, П.Норвиг // 2-е изд.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1408 с.: ил. 19

10. Robinson J.A. On Automatic Deduction // Rice University Studies, 50, 1964, p. 69-89.

11. Robinson J.A. A Machine-oriented Logic Based on the Resolution Principle // J. ACM, 12, 1965, p. 23-41.

12. Robinson J.A. The Generalized Resolution Principle. In: Machine Intelligence / D. Michie (ed.), 1968, 3, NY, American Elsevier, pp. 77-94.

13. Васильев С.Н. (и др.) Интеллектуальное управление динамическими системами / С.Н. Васильев, А.К. Жерлов, Е.А. Федосов, Б.Е. Федунцов // М.: Физико-математическая литература, 2000. 352 с.

14. Суконнова А.А. Автоматизация решения некоторого класса вычислительных задач / А.А.Суконнова // Материалы X Международной научно-технической конференции. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. 2009. 294 с.

15. Суконнова А.А. Алгоритмизация тестирования компьютерных программ, создаваемых студентом / А.А.Суконнова // Современные технологии и материалы – ключевое звено в возрождении отечественного авиастроения: Сборник докладов международной научно-практической конференции. Т. IV. Казань: Изд-во «Вертолет». 2010. 480 с.

16. Vassilyev S.N. Machine Synthesis of Mathematical Theorems. - J. of Logic Programming, 1990, v. 9, N 2 & 3, pp. 235-266.

17. McCarthy J. Parameterizing Models of Propositional Calculus Formulas [Электронный ресурс] / J. McCarthy (<http://www-formal.stanford.edu/jmc/parameterize/parameterize.html>).

18. Flach P.A. Towards the Inductive Logic Programming. - Proc. BENELEARN-91, Depart. of Social Science Informatics, Univ. of Amsterdam, 1991, pp. 88-96.

19. Kowalski R.A. Computational Logic in an Object-Oriented World / In: Reasoning, Action and Interaction in AI Theories and Systems – Festschrift in Honor of Luigia Carlucci Aiello (eds. O. Stock, M. Schaerf), Springer Verlag, LNAI, 2006.

20. Васильев С.Н. Метод синтеза условий выводимости хорновских и некоторых других формул / С. Н. Васильев // Сиб. мат. журн. 1997. Т. 38. № 5. С.1034-1046.

Особенности организации регрессионного тестирования компиляторов на вычислительных комплексах серий «Эльбрус-3т» и «МЦСТ-R»

Введение

При разработке программного обеспечения (ПО) особое внимание традиционно уделяется вопросам обеспечения качества. Наиболее важными аспектами качества являются надежность продукта и его эффективность. Достичь высоких показателей надежности и эффективности можно в результате комплексных мер, направленных на улучшение упомянутых качественных характеристик и проводимых в течение всего жизненного цикла разработки ПО [1]. Одной из таких мер является комплексное регрессионное тестирование продукта, т.е. проверка качества продукта, проводимая после функционального усовершенствования или после исправления исходных текстов последнего.

Для обеспечения качества системы программирования (СП) для вычислительных комплексов (ВК) серий «Эльбрус-3т», «МЦСТ-R» в первую очередь была разработана и реализована система оперативного тестирования компиляторов. Основной задачей этой системы является проверка качества кода компиляторов на минимально допустимом наборе тестов перед внесением каких-либо изменений в архив проекта. Для более тщательного контроля параллельно с разработкой системы оперативного тестирования было организовано ночное регрессионное тестирование. Данное тестирование запускается ежедневно и осуществляет проверку показателей надежности и производительности компиляторов на существенно более широком спектре задач. На основании результатов данных запусков в случае выявления каких-либо ошибок и дефектов формируются конкретные предложения по улучшению надежности и эффективности разрабатываемых компонент, которые направляются разработчикам [2].

Существенным моментом является то, что данные проверки компиляторов осуществляются исключительно с помощью моделирующих систем для ВК серий «Эльбрус-3т» и «МЦСТ-R». С одной стороны, конечно, это позволило начать отладку СП задолго до появления первых ВК. С другой стороны моделирующий комплекс в 10-100 раз медленнее ВК, что делает его непригодным для проверки кода компиляторов на сложных тестовых примерах, т.е. задачах, исполнение которых превышает 100 млрд. тактов процессорного времени. После того как был достигнут определенный уровень надежности СП на классе простых тестов, встал вопрос об усилении проверок (переходе на сложные задачи) и уже начале этапа отладки компилятора на существующих ВК серий «Эльбрус-3т» и

«МЦСТ-R». Таким образом, стала необходимым организация полноценной среды поддержки регрессионного тестирования на вычислительных машинах упомянутых серий архитектур.

Характеристики программных и вычислительных комплексов

Приведем основные характеристики программного комплекса. Итак, разрабатываемое ПО включает в себя:

- семейство компиляторов с языков C/C++, FORTRAN, GNU C/C++ для аппаратных платформ «МЦСТ-R» и «Эльбрус-3m».
- систему статической и динамической трансляции кодов с платформы x86 в e3m
- компоненты поддержки (библиотеки, линковщики, отладчики, ассемблер, дисассемблер)

Общее количество разрабатываемых компиляторов насчитывает более 50 штук вместе с технологическими. Основное развитие компонент СП идет в главной ветви проекта (стволе). Помимо ствола ведется поддержка 1-2 активных веток проекта (будущих версий продукта). На проекте работает несколько десятков программистов, так что количество вносимых изменений в одну ветку в неделю может достигать сотен, а количество запусков тестовых пакетов более 1500. Объем же самой тестовой базы на данный момент составляет около 100Гб, из них имеется порядка десятка пакетов сложных тестовых задач. Среднее время прохождения одного из таких пакетов составляет более 15 часов.

Что же касается вычислительных ресурсов, то тут на вооружении отдела имеется парк x86-серверов, около десятка вычислительных комплексов серии «Эльбрус-3m» и несколько ВК серии «МЦСТ-R». Все ВК находятся в коллективном пользовании, так что время прохождения пакета может существенно увеличиваться при интенсивной работе сотрудников. Также в силу проведения разного рода отладочных работ на машинах возможны различного рода сбои в работе операционных систем на ВК, а также их зависания.

Таким образом, очевидными требованиями к системе регрессионного тестирования компиляторов на пакетах сложных задач являлись, прежде всего, организация доступа на ВК для проверки качества и производительности компиляторов, устойчивость к сбоям работы машин, организация единых средств запуска пакетов сложных задач с нетривиальными схемами сборки и проверки на исполнение последних. В силу постоянного развития комплекса компиляторов и частой смене требований к тестовой базе, а также режимам проверки от системы требуются адаптируемость и масштабируемость. Для мониторинга состояния проекта нужно обеспечить надежную систему хранения и визуализации результатов данного тестирования.

Особенности архитектуры системы. Функциональная модель ядра

Особенностями архитектуры системы является разбиение на два независимых фреймворка: платформу распределенного запуска, платформу анализа результатов (см. рис. 1). Подобная схема была применена исследовательской группой факультета математики и физики Чарльзского университета на проекте по разработке универсального средства автоматизации анализа производительности «BEEN» [3]. Такое разбиение информационной системы (ИС) позволяет проводить независимое проектирование и разработку каждой платформы, а также обеспечивает вертикальную масштабируемость всей системы. Интегрирующим звеном в схеме выступает основной функциональный элемент - ядро системы, связывающее воедино два фреймворка посредством предоставляемых ими интерфейсов. Конфигурирование работы ядра и составление расписаний запусков осуществляется соответствующими компонентами подсистемы управления. Взаимодействие между последней и ядром системы осуществляется посредством клиент-серверной технологии, где роль мультипроцессного сервера отдана ядру системы. Оно, взаимодействуя с менеджером планирования запусков, принимает от последнего заявки на тестирование, обрабатывает их и складывает в общий пул, из которого другой процесс ядра поочередно их извлекает, формирует соответствующие задания для проверки и передает их планировщику задач платформы распределенного тестирования.

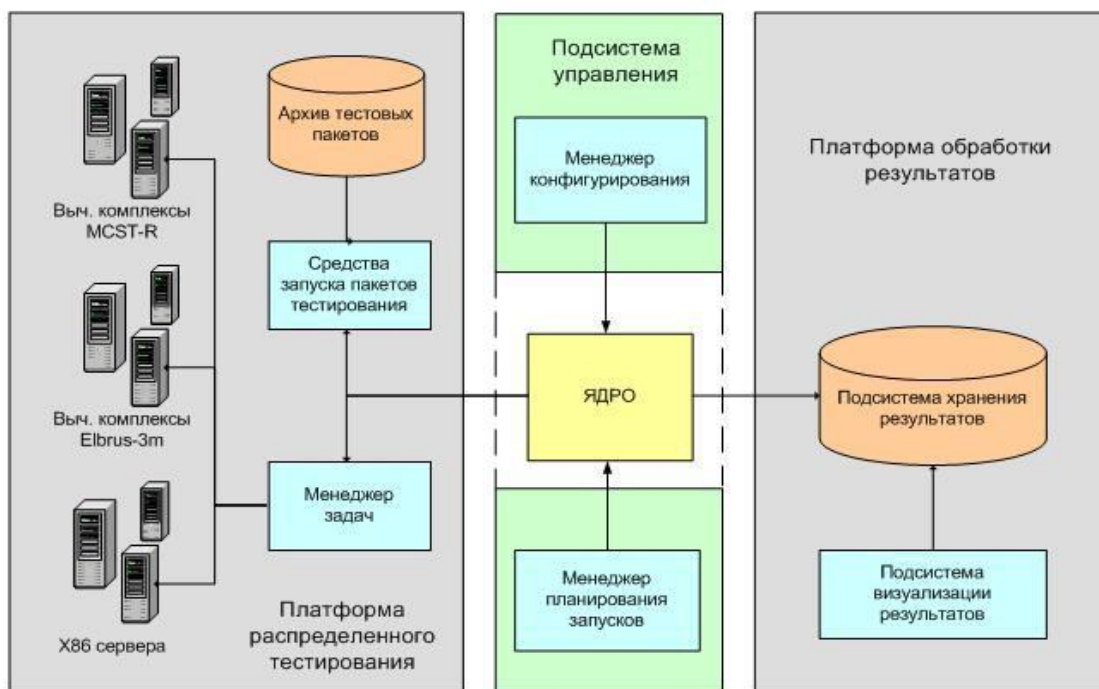


Рис. 1. Архитектурная модель системы

По окончании всех проверок ядро системы передает всю информацию по тестированию подсистеме хранения для обработки результатов и занесения их в базу данных, после чего ее можно извлечь и проанализировать с помощью подсистемы визуализации. Одной из

ключевых особенностей ядра системы является его мультипроцессность, т.е. способность одновременно обрабатывать сразу несколько заявок. Это значительно ускоряет работу системы, позволяя максимально эффективно использовать имеющиеся вычислительные ресурсы. Более того, архитектурное решение – использовать ядро как интегрирующий компонент между двумя фреймворками позволило существенно упростить его собственный функционал, тем самым придавая системе требуемую гибкость, масштабируемость и надежность.

Что касается самих платформ, то они в свою очередь имеют компонентно-ориентированную архитектуру, что, прежде всего, облегчает процессы их разработки и сопровождения. Основные компоненты фреймворков также приведены на рис. 1 Их подробное описание будет представлено в следующих главах статьи.

Платформа распределенного тестирования

Основной задачей платформы распределенного тестирования является обеспечение поддержки процессов тестирования компиляторов для различных архитектур в распределенной вычислительной среде (GRID-среде). Основными компонентами фреймворка являются: комплекс x86-серверов, ВК серии «Эльбрус-3м», ВК серии «МЦСТ-R», менеджер задач, средства запуска пакетов тестирования и архив тестовых программ. Последние два элемента в совокупности образуют так называемое тестовое окружение (tests environment) [4], т.е. программный комплекс позволяющий эффективно запускать на вычислительных машинах пакеты тестовых задач для проверки качества компиляции. Рассмотрим подробнее этот комплекс.

Тестовое окружение системы

Архив тестовых пакетов представляет из себя структурированное хранилище исходных текстов сложных задач, а также базу данных x86-кодов для проверки бинарных компиляторов. Особенность этих тестов в том, что они являются реальными пользовательскими приложениями, поэтому имеют нетривиальные схемы сборки, запуска сгенерированного бинарного файла, а также анализа результатов их работы. Все это отражается и на временной характеристике работы тестового окружения. Таким образом, основными требованиями к средствам запуска пакетов являются: надежность процесса, протоколирование получаемых результатов с возможностью восстановления процесса с контрольной точки, а также оперативность решения текущих задач по сопровождению.

Структура этой компоненты в свою очередь имеет сервис-ориентированную архитектуру [5], разделенную на модули по их непосредственному назначению. Основные модули подсистемы:

- *модуль режима запуска* выбирает тестируемую компоненту, основные опции запуска, подгружает список модулей соответствующих пакетов тестовых задач, задает порядок действий для проверки пакетов;
- *модуль пакета задач* определяет основную функциональность

- действий для проверки компиляторов на задачах пакета;
- *модуль входных данных* реализует механизмы запуска задачи, анализа результатов исполнения;
- *модуль результатов* собирает и обрабатывает показатели производительности компилятора;
- *модуль отчетов* генерирует различные отчеты по результатам запусков;
- *модуль контрольной точки* реализует механизм восстановления запуска тестирования пакета с контрольной отметки в случае сбоя работы вычислительного комплекса;
- *модуль ресурсных ограничений* предоставляет удобный интерфейс работы с ресурсными лимитами.

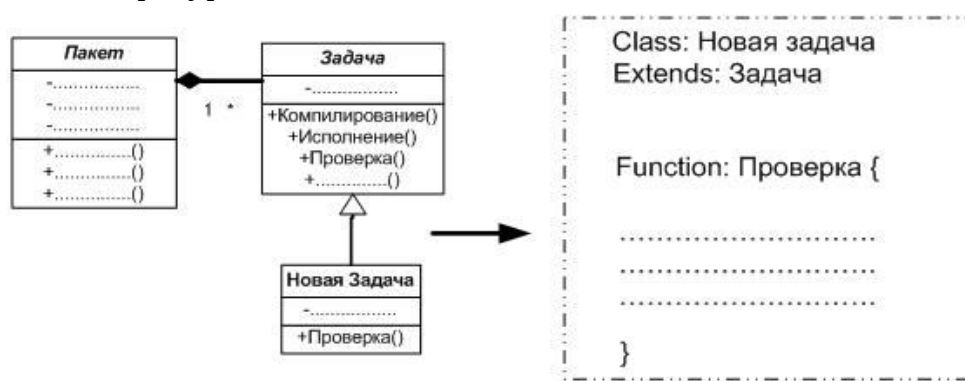


Рис. 2. Конфигурационный модуль

Особенностями функциональной модели средств запуска является использование объектно-ориентированного подхода к проектированию всех перечисленных модулей. Базовые принципы ООП, такие как наследование и полиморфизм, позволяют эффективно решать вопросы включения новых пакетов тестирования, корректировать составы опций запуска, формировать отчеты, тем самым облегчая сопровождение системы. На рис. 2 приведен пример, демонстрирующий простоту включения в систему нового пакета задач со сложной схемой проверки результатов работы. Таким образом, в данном случае для адаптации пакета достаточно всего лишь написать конфигурационный модуль, переопределяющий поведение функции анализа результатов работы («проверка»). Ключевым с точки зрения предъявляемых к компоненте системы требований является модуль контрольной точки, состоящий из целой иерархии классов, обеспечивающих возможность протоколирования всех этапов проверки задач любого тестового пакета [6]. Таким образом можно возобновлять прерванное тестирование с момента последнего действия.

Подсистема GRID

Входящие в платформу сервера и ВК в совокупности с менеджером задач образуют так называемую GRID-среду исполнения, т.е. подсистему

распределенного тестирования, эффективно управляющую всеми имеющимися вычислительными мощностями. Архитектура подсистемы такова: один из x86-серверов, на котором работает ядро системы, выступает в роли управляющего узла (мастер хост), оставшиеся вычислительные машины – подчиненные узлы (сабмит хост). Управление подчиненными узлами осуществляется посредством программного менеджера задач, запущенного на управляющем узле и взаимодействующего с ядром системы. Последнее направляет в GRID-среде задания по компиляции тестов и исполнению их, выполнению каких-либо действий по проверке результатов, профилированию приложений и т.д. Программный менеджер задач изначально помещает все заявки в общую очередь. Затем, по мере наличия запрашиваемых вычислительных ресурсов, извлекает из этого пула задачу и передает ее требуемой вычислительной машине для выполнения необходимых операций. Запрос вычислительного ресурса может содержать требования как к аппаратным характеристикам машины, так и пользовательским атрибутам (т.е. программно накладываемые свойства на ВК с целью их дополнительной градации) [7]. Одним из таких атрибутов подчиненного узла является число слотов, т.е. максимально возможное количество процессов, запущенных одновременно мастер хостом на данной машине. Такая градация вычислительных ресурсов обусловлена прежде всего количеством тестовых проверок, а также их характером. Так проверка бинарных компиляторов должна производиться на машинах с установленными в штатных каталогах бинарными компонентами, ряд режимов тестирования компилятора на производительность должен выполняться на выделенной машине для корректного снятия количественных характеристик эффективности целевого кода, а запуски на проверку надежности – на машинах с фиксированной, отлаженной версией ядра.

Эффективность дистрибуции потока задач на вычислительные ресурсы обусловлена, прежде всего, многоуровневой схемой планирования, а также грамотно составленным менеджером распределения запусков расписанием старта проверок компиляторов на основе ранее уже полученных результатов тестирования, составлении критических участков работы системы регрессионного контроля и т.д.

Помимо задачи планирования также ключевой является задача обеспечения отказоустойчивости подсистемы GRID, т.е. исключение возможности потери или получения недостоверной информации о результатах запусков. С учетом озвученных во втором разделе статьи трудностей в работе с ВК, решение данной проблемы имеет даже более важное значение в сравнении с вопросами эффективного планирования. Для этой цели в программной компоненте заведен отдельный модуль, предоставляющий удобный интерфейс для мониторинга состояния вычислительных ресурсов и вычислительных задач в GRID-среде. Таким

образом, менеджером для каждой задачи запускается дополнительный сторожевой процесс для мониторинга состояния вычислительной машины, на которой запущен основной процесс, на протяжении всего времени работы последнего. В случае выхода из строя какого-либо ВК, сторожевой процесс перебросит задачу на другой сервер, удовлетворяющий тем же требованиям, что и зависшая машина. В противном случае, данная задача возвращается обратно в общий пул, уведомляя об этом администратора системы. После же возврата в GRID-среду требуемой машины, «замороженная» задача, благодаря функциональным особенностям тестового окружения, возобновляет свое выполнение с того самого действия, на котором завис ВК.

Таким образом, платформа распределенного тестирования позволяет эффективно производить запуски пакетов сложных задач в целях регрессионного контроля качества разрабатываемых компиляторов. Дальнейший анализ и сохранение полученной информации осуществляется уже платформой обработки результатов, речь о которой пойдет в следующем разделе.

Платформа обработки результатов

Для того чтобы отслеживать состояние проекта, динамику изменения качественных характеристик компонент СП требуется обеспечить хранение всех получаемых результатов, а также их визуализацию. Скорость обработки результатов, удобство просмотра, а также адаптируемость системы – вот основные требования к рассматриваемому фреймворку. Причем первый вопрос со временем станет весьма критичным, так как объем информации в системе будет неуклонно расти от запуска к запуску. В силу этого замечания, от подсистемы хранения, прежде всего, требуется ускорение процесса предоставления информации.

Одним из решений данного вопроса стало использование базы данных (БД), а также грамотное проектирование структуры ее объектов. Последнее должно производиться, прежде всего, исходя из запросов подсистемы визуализации. На основе этих запросов строятся индексные таблицы для оптимизации механизма извлечения данных. Данное решение позволяет в несколько раз ускорить запросы.

Другим решением вопроса быстрого предоставления информации, стало использование сервиса кэширования данных в оперативной памяти (кэш-сервер) для хранения последних актуальных результатов. Таким образом, при обновлении информации в БД ядро системы дублирует ее в кэш-сервере. Скорость работы с таким хранилищем (кэш-сервер) на порядок больше скорости работы с базой данных. Так что при загрузке актуальной информации считывание идет с кэш-сервера. Если сервис по каким-либо причинам недоступен, то запрос направляется в БД. Работа с этими хранилищами данных скрыта в явном виде от пользователя. Ее осуществляют функции одного из модулей компоненты «Подсистема хранения результатов».

Что касается подсистемы визуализации информации, то ключевыми для нее являются требования адаптируемости, а также удобства просмотра. Подсистема имеет архитектуру веб-сервисов, основными из которых являются:

- актуальные результаты
- страница подробной информации по режиму запуска
- страница подробной информации по тесту
- сравнение результатов
- информация по серверам и ВК

The screenshot shows a web browser displaying the results of a test run. The main content area contains a table with the following data:

Режимы	Ветвь: rel-i-1			
	Последний запуск: 2012-10-09 ID заявки в базе данных: 1358 [ОБНОВЛЕНО]			
12802	ТЕСТ	РЕЗУЛЬТАТ	ЛУЧШИЙ РЕЗ-Т	ИСП
	099.gcc	EF		g-e5
	124.m88ksim	669	1139 (20.08.12)	g-e5
	126.gcc	CF		g-e5
	129.compress	EF		g-e5
	132.jpeg	EF		g-e5
	134.perl	EF		g-e5
	147.vortex	CF		g-e5
	всего: 7, ок: 1 (1)	669 (с.г.)	1139 (с.г. - не-лучш.)	
	ТЕСТ	РЕЗУЛЬТАТ	ЛУЧШИЙ РЕЗ-Т	ИСП
	099.gcc	EF		g-e5

The right-hand sidebar displays summary statistics for the test run:

Тест	124.m88ksim
Тэг компилятора	icc:1.A.XX:Oct-linux.cross:138
Статус	ok
Производительность	669
Предыдущий результат	685
Лучший результат	1139 (20.08.12)
Значение SPEC_REF	1900
Начало компиляции	21:11:22 07-10
Окончание компиляции	21:11:32 07-10
Начало исполнения	16:00:00 08-10
Окончание исполнения	16:04:45 08-10

Рис. 3. Подсистема визуализации

Каждый сервис представляет из себя отдельный, законченный программный модуль с удобным интерфейсом и шаблоном для отображения соответствующей web-страницы. Модуль «актуальные результаты» включает в себя описание сразу нескольких классов объектов для отображения результатов регрессионного тестирования в разных форматах (соответствуют различным пакетам задач, режимам запуска). Вспомогательный модуль «Меню» отображает все активные вкладки результатов и сервисов, указывает на обновление информации о завершении очередного тестирования.

Таким образом, требования удобства и адаптируемости платформы обработки результатов обеспечиваются, прежде всего, архитектурой подсистемы и функционалом перечисленных программных модулей.

Внешний вид подсистемы визуализации приведен на рис. 3.

Реализация и внедрение системы

На основе проектных решений всех функциональных модулей системы была выполнена их программная реализация на языке Perl. Выбор данного инструментария обусловлен:

- размером кода и усилия на разработку требуемых задач

- поддержкой ООП
- наличие высокоуровневых интерфейсов для работы с СУБД
- удобством обработки файлов, строк, фильтрации данных и механизмов шаблонного поиска
- наличие механизмов управления процессами и потоками
- удобство разработки WEB-приложений
- поддержкой языком таких технологий, как SOAP, Memcached, Templates, FastCGI

В качестве СУБД для хранения результатов регрессионного тестирования взята MySQL в силу ее производительности, простоты и доступности кодов.

Внедрение системы состоялось в 2009 году. За это время с помощью данной системы удалось отладить 3 новые версии систем программирования, выявлено порядка 500 нетривиальных ошибок. Объем запусков тестирования на ВК в настоящий момент составляет более 1000 сложных задач, что соответствует более чем 1500 часов работы всех ВК в неделю.

Заключение

В статье рассмотрены вопросы организации системы регрессионного тестирования компиляторов на вычислительных комплексах серий «Эльбрус-3м» и «МЦСТ-R». В начале изложено архитектурное решение всей системы. Далее освещены функциональные модели всех компонент системы. В конце приведены сведения о программной реализации продукта.

Внедрение системы регрессионного тестирования продемонстрировало ее эффективность и указало на перспективность дальнейшего развития этого проекта, где, прежде всего, интерес представляют разработка модуля анализа результатов и формирования различных статистических отчетов, а также развитие подсистемы составления расписаний запусков и средств поддержки распределенного тестирования.

Литература

1. Ф. Брукс. Мифический человеко-месяц или как создаются программные системы. СПб.: Символ-Плюс, 2001.
2. А.А. Лаврешников, Р.Ю. Рогов, Л.Г. Тарасенко. Система поддержки процесса разработки и выпуска версий программного комплекса. //Ж. «Информационные технологии и вычислительные системы», РАН, ИМВС РАН, выпуск 3, 2004.
3. Tomas Kalibera, Jakub Lehotsky, David Majda, Branislav Repsek. Automated Benchmarking and Analysis Tool, 2006 (<http://www.acm.org>).
4. T. Kalibera, L. Bulej, and P. Tuma. Generic environment for full automation of benchmarking SOQUA/TECOS, volume 58 of LNI. GI, 2004.
5. Канер С., Фолк Дж., Нгуен Енг. Тестирование программного обеспечения, К: ДиаСофт, 2000
6. Винниченко И. Автоматизация процессов тестирования, Винниченко И., 2005.
7. Sun Grid Engine 5.3 Administration and User's Guide, Sun Microsystems Inc., 2002 Rev.

Давлеткиреева Л.З.,

ФГБОУ «Магнитогорский государственный университет» к.п.н., доц.,
ldavletkireeva@masu-inform.ru

Чусавитина Г.Н.

ФГБОУ «Магнитогорский государственный университет», к.п.н., проф.
gchusavitina@masu-inform.ru

Анализ и установление уровня зрелости информационной инфраструктуры организации для управления непрерывностью бизнеса

Совершенствование бизнеса компании, а значит постоянное решение стратегических и тактических задач становится возможным при условии хорошо отлаженного управления, которое, в свою очередь, во многом определяется уровнем использования стремительно развивающихся информационных технологий (ИТ). Понимание значимости и владение результатами применения ИТ в бизнесе позволят руководству по конкретной компании принимать эффективные управленческие решения, последовательная реализация которых на практике будет способствовать развитию бизнеса компании в целом, достижению бизнес-целей предприятий и созданию новых конкурентных преимуществ в рамках управления непрерывностью бизнеса.

Сегодня в разных странах появилось новое поколение стандартов в области управления непрерывностью бизнеса, описывающих лучшие практики восстановления инфраструктуры компании в чрезвычайных ситуациях. Сервисный подход к управлению ИС-службой требует определенной зрелости как для самой ИС-службы, так и для бизнес-заказчиков. ИТ уже способствуют решению большинства бизнес-задач компаний: обработке больших взаимосвязанных массивов данных, автоматизации рутинных операций и повышению эффективности взаимодействия между сотрудниками. Однако сегодня происходят качественные изменения роли ИТ, состоящие в том, что современные информационные технологии способны внести реальный, измеримый вклад в развитие бизнеса, трансформировать саму систему управления бизнесом и создать основу для развития новых видов деятельности. Осваивая обработку все более высоких уровней информации, непосредственно востребованной топ-менеджерами, современные ИТ сближаются с бизнесом и выступают единым фронтом с различными аспектами ведения бизнеса.

Современную компанию сегодня сложно представить без информационных систем, баз данных, средств хранения, и т.д., всего того

что можно описать словосочетание информационные технологии. И не важно, на каком уровне зрелости находится компания, и как она воспринимает информационные технологии: как классический набор лоскутных систем, как систему класса - ERP, как единое информационное пространство, как набор сервисов и услуг. Всем понятна зависимость бизнеса от используемых технологий. А раз есть зависимость, соответственно есть и риски, связанные с тем, что в нужное время компания не получит ожидаемого уровня сервисов, или говоря проще, не сможет обрабатывать (получать, хранить, предоставлять) информацию.

Работа по обеспечению непрерывности бизнеса подкрепляется лучшими практиками и стандартами:

1. BS 25777 (IT Service Continuity Management)
2. BCI (The Business Continuity Institute),
3. BS 25999 (Business Continuity Management)
4. ISO/IEC 27001:2005(ISO/IEC 17799:2005),
5. CobiT (Control Objectives for Information and related Technology),
6. NIST (National Institute of Standards and Technology),
7. Contingency Planning Guide for Information Technology (IT) Systems.

Знание и умение использовать на практике стандарты и практики BCM (Business Continuity Management) необходимы сегодня любым предприятиям — убытки, вызванные нарушением нормального функционирования бизнес-процессов постоянно растут. Вместе с тем изолированное решение вопросов обеспечения непрерывности бизнеса, без учета накопленного опыта, системы сертификации и аудита может дать лишь незначительный эффект. Пришло время и для BCM, по аналогии с ITIL и CoBIT, ввести в соответствующие проекты практику следования общепризнанным стандартам.

Корпоративная программа управления непрерывностью бизнеса (Business Continuity Management, BCM) должна включать в себя следующие этапы:

- анализ бизнес-процессов предметной области (Business Environment Analysis, BEA) — выделение и ранжирование значимых для бизнеса процессов и определение требований к ним по непрерывности;
- анализ рисков (Risk Analysis, RA) — оценка и ранжирование значимых угроз и уязвимостей непрерывности бизнес-процессов, а также оценка достаточности существующих организационных и технических мер предупреждения прерываний бизнеса;
- оценка воздействия на бизнес (Business Impact Analysis, BIA) — анализ влияния бизнес-процессов на весь бизнес в целом и определение целей восстановления каждого бизнес-процесса вместе с поддерживающей его инфраструктурой;
- определение стратегии непрерывности бизнеса (Business Continuity Strategy definition) — фиксация целевого времени восстановления

(recovery time objective, RTO) и целевой точки восстановления (recovery point objective, RPO) для каждого бизнес-процесса, выбор соответствующих организационных и технических решений;

- разработка и сопровождение планов непрерывности бизнеса (Business Continuity Plan, BCP) и восстановления инфраструктуры в чрезвычайных ситуациях (Disaster Recovery Plan, DRP) для документального оформления надлежащих решений;
- создание технической и организационной систем управления непрерывностью бизнеса;
- формирование адекватной программы сопровождения и эксплуатации корпоративной программы BCM, в частности, определение программы осведомленности по вопросам обеспечения непрерывности бизнеса.
- В том или ином виде все эти этапы описываются в стандартах BCM, принятых в различных странах: практики непрерывности бизнеса британского института BCI (Business Continuity Institute), американских институтов DRI (Disaster Recovery Institute) и SANS (SysAdmin, Audit, Network, Security Institute); стандарты и спецификации Британского института стандартов (British Standard Institute, BSI); руководства Австралийского национального агентства аудита (ANAO); раздел международного стандарта по информационной безопасности ISO/IEC 27001; стандарты и библиотеки COBIT, ITIL, MOF в части непрерывности бизнеса и др.

Наиболее известным стандартом в области BCM является стандарт BS25999, разработанный BSI. Стандарт опубликован в двух частях: «Кодекс лучших практик, BS25999-1:2006. Code of Practice» и «Спецификации системы BCM, BS25999-2:2007. Specification». Первая часть BS25999-1:2006. Code of Practice содержит общие рекомендации по управлению непрерывностью бизнеса в государственных и коммерческих организациях. Под BCM понимается системный процесс оценки текущего уровня зрелости компании в области непрерывности бизнеса и его приведение к более зрелому уровню в соответствии с целями и задачами бизнеса. К основным целям управления непрерывностью бизнеса относятся:

- сохранение стабильного функционирования компании в чрезвычайных ситуациях в течение продолжительного промежутка времени;
- защита репутации и имиджа компании в чрезвычайных ситуациях путем надлежащего использования соответствующих организационных и технических решений;
- совершенствование способности компании сохранять свое стабильное функционирование в чрезвычайных ситуациях.

Вторая часть BS25999-2:2007. Specification содержит сертификационные требования к системе управления непрерывностью

бизнеса и позволяет провести аудит системы ВСМ организации на соответствие рекомендациям и требованиям первой части стандарта. Использование требований второй части обеспечивает возможность оценки существующей системы управления непрерывностью бизнеса организации и построения и внедрения комплексной системы ВСМ.

В стандарте BS 25999 описываются шесть основных этапов жизненного цикла ВСМ.

1. Программа управления непрерывностью бизнеса. На этом этапе рассматриваются вопросы политики ВСМ, включая заявление руководства об актуальности ВСМ, определение области действия ВСМ, основных целей и задач программы. Распределяются права и обязанности, продумывается реализация информирования по вопросам ВСМ. Также на этом этапе определяется, как программа ВСМ будет поддерживаться в актуальном состоянии, как будут проходить регулярный анализ воздействия на бизнес компании и поддержка в актуальном состоянии документации, а также осуществляться мониторинг эффективности программы, управление затратами на программу и т. д.

2. Анализ требований к программе ВСМ. На этом этапе дается краткая характеристика деятельности организации, проводится оценка воздействия на бизнес, оценка существующих угроз, таких как воздействие на персонал и на инфраструктуру, потеря репутации, нарушение финансовой устойчивости, снижение качества продуктов или услуг, причинение ущерба окружающей среде и пр. Оцениваются ресурсы, необходимые для ВСМ, включая персонал, денежные ресурсы, технологии и т. д., а также проводится всесторонняя оценка рисков.

3. Определение стратегии ВСМ. Определяются исходные данные программы, такие как максимально допустимое прерывание бизнеса в чрезвычайных ситуациях и затраты, необходимые на возобновление бизнеса. Рассматриваются вопросы организации обучения и повышения квалификации персонала и управления знаниями. Стратегия детально рассматривает действия в отношении помещений, технологий, информационных активов (защита электронных данных, безопасность отчуждаемых носителей информации, доступность аппаратно-программных активов), контрагентов и партнеров, а также взаимодействие со специальными ведомствами и организациями — правоохранительными органами, федеральной службой безопасности, службами экологической безопасности и др. На этом этапе руководство должно утвердить политику и стратегию ВСМ.

4. Разработка и реализация планов ВСМ. Формируются план реагирования на инциденты (Incident Management Plan, IMP) и план непрерывности бизнеса (Business Continuity Plan, BCP).

5. Поддержка и сопровождение программы ВСМ. Реализуются программа осведомленности и обучение по ВСМ, осуществляются поддержка программы ВСМ, включая оценку степени готовности

ответственных лиц, анализ результатов мониторинга и контроля рисков и документирование изменений программы ВСМ, а также проводится оценка ее эффективности. Оценка эффективности подразумевает анализ адекватности определения целей и задач программы ВСМ в соответствии с потребностями бизнеса, подтверждение компетенции и готовности к действиям в чрезвычайных ситуациях, анализ адекватности стратегии и планов обеспечения непрерывности бизнеса и др.

6. Формирование культуры ВСМ в организации. На последнем этапе жизненного цикла ВСМ рекомендуется обратить внимание на такие вопросы, как развитие лидерских качеств руководства организации, распределение обязанностей, эффективность программы осведомленности и т. д.

Прежде чем заняться управлением непрерывностью бизнеса, любое предприятие обязательно должно выйти на определенный уровень зрелости. К моменту начала таких работ нужно хорошо понимать, что такое риск, и говорить в компании на языке рисков. Если организация еще находится в стадии стремительного роста и ее руководители больше думают о выручке, чем о рисках, зачастую действуя без оглядки, то заниматься ВСМ здесь еще рано. Вы не сможете объяснить менеджерам такого бизнеса, зачем вкладывать средства в управление рисками и защиту инвестиций. Все ваши рассуждения о выявлении зависимостей и оценке рисков натолкнутся на то, что правление компании будет готово принять любой риск, лишь бы не инвестировать мер по его снижению, не приносящих компании прибыль. Нужно, чтобы руководители пришли к пониманию, что вести бизнес, игнорируя эти вопросы, непрофессионально. Решение о начале работ по ВСМ должно принимать именно высшее руководство, потому что управление непрерывностью касается любых бизнес-процессов, происходящих в организации.

В литературе прописаны различные направления и методики определения уровней зрелости компании:

1. Уровень технологической зрелости компании. Определение уровня технологической зрелости компаний позволяет выяснить насколько последовательна компания в следовании общим повторяющимся процессам при выполнении своей работы. Нижний уровень шкалы описывает компании без повторяющихся процессов, где большая часть работы хаотична и сумбурна. Верхний уровень описывает компании, которые используют определенные и повторяющиеся процессы, собирают метрики для непрерывного улучшения своих процессов.

2. Уровень зрелости ИТ-инфраструктуры компании. Определение уровня зрелости ИТ-инфраструктуры компании помогает руководителям понять и впоследствии улучшить состояние ИТ-инфраструктуры, а также получить представление о том, каких затрат она требует, каков уровень ее безопасности и гибкости в эксплуатации.

3. Уровень зрелости компании в области применения ИТ.

Определение уровня зрелости компании в области применения ИТ позволяет определить степень автоматизации компании и рассматривать необходимость и готовность компании к разработке ИТ-стратегии.

4. Уровень зрелости системы развития и обучения персонала. Определение уровня зрелости системы развития и обучения персонала позволяет ответить на вопрос, насколько зрело и продуманно относится к процессу обучения руководство и сами сотрудники компании, а также выстроить систему обучения и развития персонала. Цель данной методики показать то, как меняются в компании процессы обучения, подготовки и переподготовки персонала.

Оценить уровень зрелости бизнес-процессов предприятия можно на основе модели зрелости процесса разработки ПО (Capability Maturity Model - CMM) Института программной инженерии при американском университете Карнеги-Меллон (Software Engineering Institute, SEI) [1], которая была разработана в 1991г. С течением времени было выпущено целое семейство моделей: SW-CMM - для программных продуктов, SE-CMM - для системной инженерии, Acquisition CMM - для закупок, People CMM - для управления людскими ресурсами, ICMM -для интеграции продуктов. В 2002 году SEI опубликовал новую модель CMMI (Capability Maturity Model Integration), объединяющую ранее выпущенные модели и учитывающую требования международных стандартов.

Базовым понятием модели CMM/CMMI считается зрелость компании. Незрелой называют компанию, где процесс конструирования ПО и принимаемые решения зависят только от таланта конкретных разработчиков. Результатом является высокий риск превышения бюджета или срыва сроков окончания проекта.

В зрелой компании работают ясные процедуры управления проектами и построения программных продуктов. По мере необходимости эти процедуры уточняются и развиваются. Оценки длительности и затрат разработки точны, основываются на накопленном опыте. Кроме того, в компании имеются и действуют корпоративные стандарты на процессы взаимодействия с заказчиком, процессы анализа, проектирования, программирования, тестирования и внедрения программных продуктов. Все это создает среду, обеспечивающую качественную разработку программного обеспечения.

В модели CMM/CMMI определены пять уровней зрелости предприятий: начальный; повторяемый; определенный; управляемый; оптимизирующий.

Начальный уровень (уровень 1) означает, что процесс на предприятии не формализован, отсутствует четкое планирование и контроль. Результаты деятельности предприятия во многом случайны. и сильно зависят от личных качеств отдельных сотрудников.

Повторяемый уровень (уровень 2) предполагает внедрение формальных процедур для выполнения основных элементов процесса

разработки ПО. Результаты выполнения процесса соответствуют заданным требованиям и стандартам. Основное отличие от уровня 1 состоит в том, что выполнение процесса планируется и контролируется. Применяемые средства планирования и управления дают возможность повторения ранее достигнутых успехов.

Определенный уровень (уровень 3) требует, чтобы все элементы процесса были определены, стандартизованы и задокументированы. Основное отличие от уровня 2 заключается в том, что элементы процесса уровня 3 планируются и управляются на основе единого стандарта предприятия. Качество разрабатываемого ПО уже не зависит от способностей отдельных личностей.

Управляемый уровень (уровень 4) на предприятии принимаются количественные показатели качества как программных продуктов, так и процесса. Это обеспечивает более точное планирование проекта и контроль качества его результатов. Основное отличие от уровня 3 состоит в более объективной, количественной оценке продукта и процесса.

Оптимизирующий уровень (уровень 5) подразумевает, что главной задачей компании становится постоянное улучшение и повышение эффективности существующих процессов, ввод новых технологий. Основное отличие от уровня 4 заключается в том, что технология создания и сопровождения программных продуктов планомерно и последовательно совершенствуется.

Каждый уровень СММ характеризуется областью ключевых процессов (ОКП), причем считается, что каждый последующий уровень включает в себя все характеристики предыдущих уровней.

По аналогии с понятием «уровень зрелости предприятия» используется понятие «уровень зрелости ИТ-инфраструктуры». Компания Gartner предлагает для оценки зрелости ИТ-службы использовать пять уровней: хаотичный; реактивный; проактивный; сервис; польза.

Хаотичный уровень характеризуется множественными службами поддержки, неразвитой службой эксплуатации.

При реактивном уровне зрелости проводится отслеживание событий, имеется единая консоль и служба поддержки, осуществляется управление топологией сети, выполняется резервное копирование и инвентаризация;

Проактивный уровень предусматривает управление производительностью, изменениями, проблемами, конфигурациями, доступностью. При этом должна обеспечиваться автоматизация управления ИС-службой и планирование заданий;

Уровень зрелости сервис обеспечивает планирование нагрузок и емкостей, управление уровнями обслуживания;

Уровень зрелости ИТ-службы польза предполагает обеспечение качества предоставления ИТ-сервисов посредством использования бизнес-метрик.

Эффективность информационных систем и их ИС-служб может по

разному оцениваться для различных предприятий. Данное обстоятельство влияет на подходы к повышению эффективности деятельности ИС-служб.

Компания IBM сформировала четыре профиля предприятий для оптимизации ИТ-инфраструктуры: commodity (товар); utility (ресурс); partner (партнер); enabler (поддержка).

В профиле commodity предприятие рассматривает ИТ-сервисы как свои основные инвестиции для автоматизации фундаментальных административных функций с минимальными расходами. При оптимизации ИТ-инфраструктуры в организациях с таким профилем основное внимание уделяется сокращению расходов.

Для профиля utility компании, изначально сфокусированные на расходах, но признающие важность построения отношений с клиентами. Для этих предприятий оптимизация ИТ-инфраструктуры служит средством исполнения соглашений об уровне сервиса, сокращения времени реагирования, готовности и других параметров, связанных с обслуживанием клиентов.

Профиль partner предполагает рассмотрение ИТ-инфраструктуры предприятия с точки зрения влияния на бизнес. Хотя сокращение расходов всегда актуально, основное внимание уделяется получению экономического эффекта от инвестиций в информационные технологии. В этих ситуациях бизнес-подразделения вместе с ИТ-службой работают над улучшением общего качества ИТ-сервиса и достижением конечных целей деятельности предприятия.

В компаниях данного профиля enabler ИТ-инфраструктура служит важным элементом стратегии развития бизнеса. ИТ-инициативы в них выступают основной движущей силой развития бизнеса и рассматриваются как необходимое условие конкурентоспособности.

В методологии компании Microsoft по оптимизации ИТ-инфраструктуры выделяют уровни зрелости ИТ-инфраструктуры предприятий.

Модель зрелости ИТ-инфраструктуры, разработанная Microsoft, включает четыре уровня: базовый; стандартизированный; рационализированный; динамический.

Базовый уровень зрелости ИТ-инфраструктуры характеризуется наличием большого количества процессов, выполняемых вручную, минимальной централизацией управления, отсутствием стандартов и политик безопасности, резервного копирования, управления образами систем. Руководство предприятия и ИС-службы слабо ориентируется в возможностях существующей ИТ-инфраструктуре и её потенциальных возможностях по повышению эффективности бизнеса. При этом расходы на управление ИТ-инфраструктурой высоки, так же высоки риски обеспечения качества предоставления ИТ-сервисов.

Предприятия с базовым уровнем зрелости ИТ-инфраструктуры могут повысить эффективность бизнеса при переходе на стандартизированный

уровень, за счет уменьшения расходов путем реализации следующих направлений:

- разработки стандартов и политик, а также стратегии их применения;
- снижения рисков, связанных с безопасностью, за счет создания эшелонированной обороны;
- автоматизации многих ручных и длительно выполняемых операций;
- внедрения передового опыта.

Стандартизированный уровень зрелости ИТ-инфраструктуры предполагает введение точек управления на базе стандартов и политик администрирования настольных компьютеров и серверов, определение правил подключения машин к сети, управление ресурсами на основе Active Directory, формирование политик безопасности и управления доступом. Предприятия с ИТ-инфраструктурой данного уровня зрелости достаточно эффективно могут управлять инцидентами, но упреждающие действия по разрешению проблем ещё не проводятся. Процессы управления изменениями разрешаются частично и осуществляется первоначальное формирование базы данных позиций конфигурации.

Повышение эффективности управления ИС службой предприятия возможно путем расширения уровня контроля над инфраструктурой, а также политикой безопасности для упреждающего реагирования на различные ситуации - от изменения рыночной конъюнктуры до стихийных бедствий.

На рационализированном уровне зрелости ИТ-инфраструктуры предприятия затраты на управление настольными компьютерами, серверами и коммутационным оборудованием сетей сводятся к минимуму, а процессы поддержки и предоставления ИТ-сервисов начинают играть важную роль в поддержке и расширении бизнеса. При обеспечении информационной безопасности основное внимание уделяется профилактическим мерам, и на любые угрозы безопасности предприятие реагирует быстро и предсказуемо.

На предприятии применяется полностью автоматизированное развертывание, с минимальным участием операторов. Количество образов программных систем (images) минимально, и процесс управления настольными компьютерами минимизирован. ИС-служба поддерживает базу данных позиций конфигурации в исчерпывающей информацией.

Динамический уровень зрелости ИТ-инфраструктуры предприятия предполагает понимание стратегической ценности для эффективного ведения бизнеса и получения конкурентных преимуществ. Данный уровень предполагает, что все расходы ИС-службы прозрачны и находятся под полным контролем, пользователям доступны необходимые в их работе данные, организована эффективная совместная работа на уровне как сотрудников, так и отделов, а мобильные пользователи получают практически тот же уровень обслуживания, что и в офисах.

Процессы поддержки и предоставления ИТ-сервисов автоматизированы. Это реализуется с помощью специализированных и встроенных в систему программных средств, что позволяет управлять информационными системами в соответствии с изменяющимися требованиями бизнеса. Инвестиции в информационные технологии дают быструю и заранее просчитываемую отдачу для бизнеса.

Для данного уровня зрелости ИТ-инфраструктуры предприятия характерно эффективное управление процессами поддержки и предоставления ИТ-сервисов и постоянная оптимизация уровней поддержки сервисов.

Предприятия с динамическим уровнем зрелости ИТ-инфраструктуры имеют возможность внедрять новые ИТ-технологии, необходимых для поступательного развития бизнеса, выигрыш от которых значительно перевешивает дополнительные расходы.

В 1995 году была опубликована первая версия стандарта People-CMM, описывающая в данной модели практики организационного развития и управления персоналом.

Главным понятием стандарта является зрелость организации. Незрелой считается организация, в которой процессы зависят только от конкретных исполнителей и менеджеров, и, чаще всего, решения принимаются спонтанно. В зрелой же организации имеются четко определенные процедуры управления, и что не менее важно, менеджеры организации берут всю ответственность за работу своего персонала и его профессиональную компетентность на себя. Стандарт состоит из критериев оценки зрелости организации и рецептов улучшения существующих процессов.

В настоящее время на базе People-CMM успешно проведены улучшения работы в таких компаниях как Boeng, Ericson, Lochid Martin, IBM, Novo Nordisk IT AS, Intel и ряде др.

1 уровень. Начальный (уровень непостоянного менеджмента).

Характерные признаки данного уровня:

1. Непостоянство в совершении рабочих практик
2. Расплывчатость ответственности
3. Ритуализированные практики, работа выполняется, потому что так принято, без должного осмысления, зачем это делать
4. Персонал эмоционально не вовлечен в работу.

На этом уровне менеджеры не занимаются оценкой работы персонала и ее улучшением.

Администрирование работы считается чем-то не очень важным. Подбор персонала полностью делегирован службе персонала, менеджеры им не занимаются. Линейные менеджеры не берут на себя всю полноту ответственности за управление людьми. Недостаточно подготовленные люди становятся незаменимыми. Менеджеры занимаются в большей степени развитием своих собственных способностей и навыков, нежели

развитием профессиональной компетентности сотрудников

2 уровень. Повторяемые практики.

При переходе на 2-уровень основная задача – воспитать у менеджеров понимание, что главный приоритет в их работе – это качество и дееспособность их рабочей силы. На этом уровне основной упор делается на следующие практики:

1. Комплектация персоналом.
2. Коммуникации.
3. Совершенствование управления.
4. Обеспечение ресурсами.
5. Развитие навыков персонала.
6. Адекватные компенсации.
7. Закрепление выше перечисленного в соответствующих регламентах и политиках.

Указанные практики составят твердый фундамент для всего последующего развития организации, без этой работы все последующие шаги будут бесполезны. На этом уровне менеджеры реально становятся ответственными за все, что происходит в их подразделениях. Проблемы, характерные для первого уровня теряют свою актуальность.

Трансляция и закрепление ответственности менеджеров осуществляется через политики организации и подсчет показателей подразделений. На менеджеров распространяется ответственность за набор персонала, оценку его работы, а также обратную связь персоналу по результатам работы. Уже первые шаги по внедрению второго уровня приводят к снижению текучки, сводя к минимуму одну из главных ее причин: плохие отношения с начальством. Однако данный уровень еще не обеспечивает высокой лояльности сотрудников. На этом уровне они все еще видят компанию как машину для достижения своих целей. На 2-м уровне еще нет постоянства и системности в применении практик управления персоналом.

Главная проблема 2 уровня заключается в том, что организация еще не может стандартизировать свои рабочие практики, потому что общие профессиональные знания и навыки, необходимые для эффективной работы, еще не определены.

3 уровень. Определенный (или уровень компетенций).

Главная цель этого уровня – развитие критически важных с точки зрения стратегии организации компетенций. Каждая компетенция должна стать элементом стройной архитектуры, определяемой стратегией компании и прописываемой в бизнес-планах. При чем общая архитектура компетенций прописывается для всех работ и бизнес-процессов в компании, независимо от того являются ли эти работы постоянными или сезонными и т.д. В рамках общей архитектуры компетенций формируются группы ключевых компетенций.

На 3-м уровне еще нет возможности осуществлять управление

процессами компании по конкретным показателям, тем не менее, уже сейчас организация адаптирует рабочие практики к нуждам бизнеса, фокусируя и мотивируя людей на овладение важнейшими для работы компетенциями.

Когда основные компетенции определены, наступает время обучения персонала соответствующим знаниям и профессиональным навыкам, а также развития имеющихся способностей. Технологически это может быть осуществлено следующим образом: проводится оценка на предмет недостатка в компетенциях, карьерный рост сотрудников напрямую привязывается к соответствию профессиональным компетенциям. Для того чтобы максимально использовать компетентных профессионалов в работе, организация также должна создать соответствующее окружение, которое будет вовлекать профессионалов в процесс принятия решений, обеспечить им свободный доступ ко всей необходимой информации. Развитие коммуникативных компетенций соответствует координации и интеграции рабочего процесса.

Для этого уровня зрелости компании оптимальной является партисипативная (участная) культура. Практики управления персоналом построенные на 2-м уровне теперь стандартизованы, закреплены и стимулируются к развитию через оценку компетенций.

4 уровень. Управляемый (Управление процессами и результатами).

На этом уровне через прописанные системы и процедуры организация устанавливает для своих бизнес-процессов конкретные рамки. Благодаря подготовленной предыдущими уровнями почве, появляется возможность управлять работой своих сотрудников на основании количественных результатов. Это может быть осуществлено благодаря тому, что, во-первых, компетентные люди осуществляют проверенные практики, во-вторых, руководство им доверяет. Это доверие побуждает менеджеров, в свою очередь, к развитию своих рабочих групп.

Поскольку все сотрудники становятся компетентными, делегирование становится обычной практикой. Разгрузившись, таким образом, от многих проблем операционного менеджмента, руководители становятся способны в большей степени заняться стратегией. При этом, когда сотрудники разовьют ключевые для работы компетенции, организация получает возможность интегрировать работу отдельных подразделений в единый мультидисциплинарный процесс (например, интеграция soft и hard в IT). В каждом подразделении или рабочей группе, совершенство работы начинает измеряться количественно. На этой стадии могут пригодиться использование таких систем как «Управление качеством» (TQM), «6 сигма» (Опыт компании «Моторола»), Система Нортон и Коплана BSC (KPI's).

Базовые знания персонала и инфраструктура позволяют на этом уровне планировать и осуществлять целевые улучшения в работе, а также предвосхищать требуемые изменения.

5 уровень Оптимизирующий (управление изменениями)

На этом уровне вся организация представляет собой процесс непрерывного улучшения. При этом количественные результаты, полученные на уровне 4, используются для того, чтобы управлять улучшениями на уровне 5. Процесс управления изменениями становится стандартным процессом, проводимым на регулярной основе. Менеджеры и сотрудники стимулируются к анализу своих рабочих процессов и их постоянному улучшению. Их активность в этом русле должна быть интегрирована в соответствующую процедуру на уровне компании в целом (создаются отделы управления качеством, инновационные центры и т.д.).

Для облегчения работы по постоянному улучшению в компанию приглашаются профессиональные коучи и наставники, а также сами менеджеры обучаются коучингу. При чем коучинг проводится как на индивидуальном, так и на групповом уровне. На уровне компании в целом также постоянно ищутся и находятся пути улучшения. Возможность количественной оценки, достигнутая на предыдущих уровнях позволяют «выровнять» рабочие процессы в сторону большего соответствия организационным целям. Инновации собираются, апробируются и при положительных результатах запускаются в производство.

Таким образом уровень 5 – это постоянное улучшение посредством, во-первых, постоянных внутренних улучшений (оптимизаций), во-вторых, путем внедрения инноваций и передовых технологий. Соответствующая данному уровню орг. культура – культура постоянного улучшения.

Для надлежащего анализа воздействия на бизнес необходима исходная карта ключевых бизнес-процессов организации, для каждого из которых идентифицируются различного рода нарушения функционирования, потенциально ведущие к потерям. На основе карты ключевых бизнес-процессов строится аналитическая модель, связывающая различные нарушения в функционировании бизнес-процессов с категорией и масштабом потерь в результате такого нарушения. В зависимости от доступности информации (структурированности поставленной задачи) масштаб потерь может оцениваться количественно (в денежном выражении) или качественно (по специально разработанной качественной шкале). По результатам оценки возможных потерь модель должна позволить оценить критичность бизнес-процессов как в целом, так и оценку критичности различного рода нарушений функционирования с привязкой к масштабу соответствующих потерь.

Параллельно с анализом критичности бизнес-процессов и зависимости масштабов потерь от нарушений функционирования бизнес-процессов рекомендуется проводить анализ информационных сервисов с привязкой к бизнес-процессам и информационным потокам. Например, можно проводить анализ корпоративной учетной системы, системы консолидированной отчетности, системы бизнес-аналитики на основе хранилища данных, информационного портала, корпоративной

электронной почты, сервиса сетевой печати и др. При этом рекомендуется более глубокая степень детализации, поскольку, к примеру, корпоративная учетная система фактически предоставляет несколько сервисов (поддержка бухгалтерии, поддержка управления человеческими ресурсами, поддержка материально-технического учета и др.), различным образом задействованных в бизнес-процессах компании. В ходе анализа информационных сервисов производится их идентификация, анализ использования в рамках бизнес-процессов, анализ возможных нарушений в функционировании сервисов и предварительная оценка значимости сервисов с точки зрения бизнеса организации.

Анализ воздействия на бизнес рекомендуется завершать построением модели причинно-следственных взаимосвязей между функционированием бизнес-процессов, информационных сервисов и информационных потоков. Данная модель позволяет на основании информации о критичности бизнес-процессов и информационных потоков, а также о масштабах возможных потерь получить для каждого класса сервисов оценку критичности сервиса с точки зрения бизнеса компании и возможных потерь для бизнеса компании в зависимости от нарушения в функционировании сервиса и времени восстановления, экономически оправданных затрат на повышение уровня доступности сервиса.

Для надлежащего анализа воздействия на бизнес необходима исходная карта ключевых бизнес-процессов организации, для каждого из которых идентифицируются различного рода нарушения функционирования, потенциально ведущие к потерям. На основе карты ключевых бизнес-процессов строится аналитическая модель, связывающая различные нарушения в функционировании бизнес-процессов с категорией и масштабом потерь в результате такого нарушения. В зависимости от доступности информации (структурированности поставленной задачи) масштаб потерь может оцениваться количественно (в денежном выражении) или качественно (по специально разработанной качественной шкале). По результатам оценки возможных потерь модель должна позволить оценить критичность бизнес-процессов как в целом, так и оценку критичности различного рода нарушений функционирования с привязкой к масштабу соответствующих потерь.

Параллельно с анализом критичности бизнес-процессов и зависимости масштабов потерь от нарушений функционирования бизнес-процессов рекомендуется проводить анализ информационных сервисов с привязкой к бизнес-процессам и информационным потокам. Например, можно проводить анализ корпоративной учетной системы, системы консолидированной отчетности, системы бизнес-аналитики на основе хранилища данных, информационного портала, корпоративной электронной почты, сервиса сетевой печати и др. При этом рекомендуется более глубокая степень детализации, поскольку, к примеру, корпоративная учетная система фактически предоставляет несколько сервисов

(поддержка бухгалтерии, поддержка управления человеческими ресурсами, поддержка материально-технического учета и др.), различным образом задействованных в бизнес-процессах компании. В ходе анализа информационных сервисов производится их идентификация, анализ использования в рамках бизнес-процессов, анализ возможных нарушений в функционировании сервисов и предварительная оценка значимости сервисов с точки зрения бизнеса организации.

Анализ воздействия на бизнес рекомендуется завершать построением модели причинно-следственных взаимосвязей между функционированием бизнес-процессов, информационных сервисов и информационных потоков. Данная модель позволяет на основании информации о критичности бизнес-процессов и информационных потоков, а также о масштабах возможных потерь получить для каждого класса сервисов оценку критичности сервиса с точки зрения бизнеса компании и возможных потерь для бизнеса компании в зависимости от нарушения в функционировании сервиса и времени восстановления, экономически оправданных затрат на повышение уровня доступности сервиса.

Знание и умение использовать на практике выработанные в разных странах стандарты и практики ВСМ будут несомненно полезны для отечественных предприятий, многие из которых уже осознали важность работ по обеспечению непрерывности бизнеса и приступили к реализации соответствующих проектов. Итогом работы становится, прежде всего, осознание бизнесом его слабых и уязвимых мест с точки зрения используемых информационных технологий, а так же понимание зависимости благополучия компании от работоспособности того или иного сервиса (услуги, системы). Безусловно, на выходе проекта компания получает набор рекомендаций, оформленных в виде стандартов, а так же рекомендации или конкретные технические мероприятия по «усилению» ИТ-инфраструктуры. Но нельзя забывать, что ИТ-инфраструктура Вашей организации постоянно живет и развивается вместе с Вашим бизнесом. Владение информацией об уровне зрелости информационной инфраструктуры для управления непрерывностью бизнеса позволит руководителям вовремя сориентироваться и перераспределить ресурсы для усиления отстающих направлений.

Статья написана в рамках проекта № 8.3023.2011 «Исследование и разработка методов и средств управления непрерывностью бизнеса».

Литература

1. ГОСТ Р 53647.1-2009. Менеджмент непрерывности бизнеса. Часть 1. Практическое руководство. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 998-ст
2. ГОСТ Р 53647.2-2009. Менеджмент непрерывности бизнеса. Часть 2 Требования. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 998-ст.
3. ГОСТ Р 53647.3-2010. Менеджмент непрерывности бизнеса. Часть 3. Руководство

по внедрению. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. № 735-ст.

4. Ринг М. Анализ факторов, влияющих на непрерывность бизнеса в новом тысячелетии // CNews: Электронный ресурс. Режим доступа: <http://csm.cnews.ru/reviews/free/security/kpmg.shtml>.

5. Петренко С.А., Беляев А.В. Управление непрерывностью бизнеса. Ваш бизнес будет продолжаться. Информационные технологии для инженеров. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2011. – 400 с.

Анализ и сравнение процессов обработки запроса к таблице в параллельных колоночных и строчных хранилищах данных

Аннотация

В статье проанализированы существующие методы выполнения запросов в параллельной колоночной СУБД. Приведено сравнение процессов обработки запросов в строчной и колоночной СУБД. Приведено сравнение времени обработки запроса с планом $\pi_A(\sigma_F(R))$ в параллельной построчной и колоночной СУБД.

Ключевые слова. Параллельные колоночные базы данных, преобразование Лапласа-Стилтьеса, сравнение строчных и колоночных систем

Введение

К настоящему времени во многих организациях накоплены колоссальные объемы данных, на основе которых можно решать самые разнообразные аналитические и управленческие задачи в любой сфере деятельности. Проблемы хранения и обработки аналитической информации становятся все более актуальными и привлекают внимание специалистов и фирм, работающих в области информационных технологий. Именно на решение этих задач направлены технологии, объединяющиеся под общим названием хранилища данных и бизнес-анализа. По оценке Gartner, хранилища в ближайшей перспективе останутся одними из ключевых компонентов автоматизированных информационных систем предприятий [1].

Несмотря на то, что классические реляционные хранилища обеспечивают наилучшее сочетание простоты, устойчивости, гибкости, производительности, масштабируемости и совместимости, их показатели по каждому из этих пунктов не обязательно выше, чем у аналогичных систем, ориентированных на какую-то одну особенность. Согласно Майклу Стоунбрейкеру, пионеру исследований в области больших баз данных [2], такая идея «безразмерности», когда традиционная архитектура СУБД, изначально разработанная и оптимизированная для обработки бизнес-данных, используется для поддержки приложений, требующих обработки больших объемов данных, больше не применима к рынку баз данных. Мир коммерческих СУБД будет дробиться на набор независимых, специализированных средств управления базами данных [3].

Одним из основных и самых перспективных архитектурных решений

для специализированных СУБД в области хранилищ данных является колоночное хранение данных: большой потенциал колоночных систем подтверждают аналитические исследования и прогнозы аналитиков [1,3-5]. Например, в работе [5] показано 200-кратное сокращение объема ввода-вывода по сравнению с аналогичной реляционной СУБД (РСУБД). Это достигается за счёт того, что из базы данных читаются только те атрибуты, которые участвуют в запросе, а также применяются эффективные методы сжатия столбцов.

Таким образом, перед проектировщиком системы обработки данных возникает непростая задача выбора между традиционными (строчными – Oracle, MS SQL Server и др.) и специализированными СУБД (колоночными – Vertica, ParAccel и др.). Для принятия обоснованного технического решения по выбору типа СУБД необходимо использовать средства моделирования. Для традиционных РСУБД такие методы уже существуют [6]. Для параллельных СУБД подобные исследования ведутся [7-10].

В статье выполнено сравнение процессов обработки запросов в параллельной строчной и колоночной системе баз данных, а также времени выполнения запроса к одной таблице на основе математические методов, предложенных авторами в статьях [11,12] и учитывающих особенности выполнения запросов к колоночным и строчным СУБД.

Организация работы строчного и колоночного СУБД

Под строчным хранением данных обычно понимается физическое хранение кортежа любого отношения в виде одной записи, в котором значения атрибута идут последовательно одно за другим, а за последним атрибутом кортежа в общем случае следует новый кортеж отношения. Таким образом, на физическом носителе отношение R представлено в следующем виде:

$[a_{11}, a_{21}, \dots, a_{n1}]_1 [a_{12}, a_{22}, \dots, a_{n2}]_2 [a_{13}, a_{23}, \dots, a_{n3}]_3 \dots [a_{1m}, a_{2m}, \dots, a_{nm}]_m$ где a_{ij} – значение атрибута a_i в j -м кортеже отношения R ,

$[a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{nj}]_j$ – j -й кортеж отношения R ,

n – количество атрибутов отношения R ,

$m = T(R)$ – количество кортежей отношения R .

В колоночных хранилищах значения одного атрибута хранятся последовательно друг за другом [1], т.е. на физическом носителе отношение R примет следующий вид.

$\langle a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1m} \rangle_1 \langle a_{21}, a_{22}, a_{23}, \dots, a_{2m} \rangle_2 \dots \langle a_{n1}, a_{n2}, a_{n3}, \dots, a_{nm} \rangle_n$,

где a_{ij} – значение атрибута a_i в j -м кортеже отношения R ,

$\langle a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{im} \rangle_i$ – i -й столбец (атрибут) отношения R .

Каждая колонка, хранящаяся на диске, разделена на блоки определенного размера. Блок состоит из заголовка, размер которого пренебрежительно мал по сравнению с размером блока и непосредственно данных. При одном запросе к диску происходит чтение нескольких блоков, количество которых определяется параметром. Каждой записи в столбце

сопоставляется ее позиция (номер строки). В большинстве современных колоночных БД [14] значения столбца упорядочиваются по позициям.

На логическом уровне колоночные и строчные СУБД идентичны, т.е. способны обрабатывать одни и те же SQL-запросы. Но отличия в физической организации хранения данных существенно влияют на реализацию процессов, протекающих при формировании плана выполнения запроса и его реализации.

В строчных СУБД план запроса представляет собой дерево, у каждого узла которого имеется один родитель и один (или два в случае пересечения) дочерних узла [15]. Реализация исполнителя планов базируется на следующих трех базовых парадигмах [15]: синхронный конвейер, итераторная модель, скобочный шаблон.

Синхронный конвейер. Суть данного метода состоит в том, что, как только операция получает очередной кортеж своего результирующего отношения, она передаёт его по конвейеру выше стоящей операции для обработки. Например, узел, читающий записи из исходной таблицы, передаёт их узлу, выполняющему соединение записей разных таблиц.

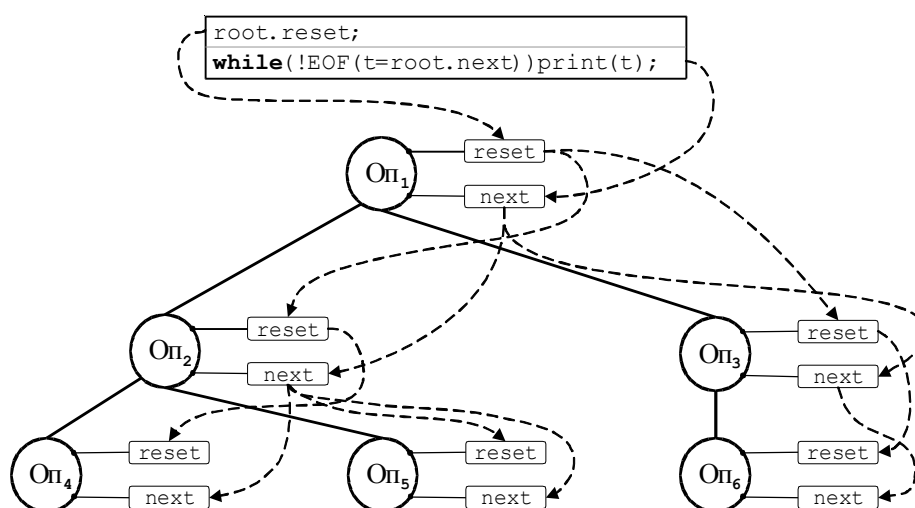


Рис 1. Выполнение плана запроса на базе итераторной модели

Итераторная модель. Эта модель является общепринятым методом, используемым в СУБД для эффективной реализации синхронного конвейера. В соответствии с итераторной моделью с каждым узлом дерева плана запроса связывается специальная структура управления, называемая итератором. Интерфейс итератора представлен двумя стандартными операциями с predetermined семантикой:

- reset – установка итератора в состояние "перед первым кортежем",
- next – выдать очередной кортеж результирующего отношения.

Алгоритм выполнения плана запроса на базе итераторной модели изображён на рис.1. На первом шаге выполняется метод reset применительно к корневому узлу. Затем в цикле выполняется метод next

для корневого узла. Он каждый раз возвращает указатель на очередной кортеж результирующего отношения. Цикл завершается, когда метод *next* выдает указатель на специальный кортеж, обозначающий конец файла – EOF (End Of File). Методы *reset* и *next* родителя прямо или косвенно могут вызывать соответствующие методы дочерних узлов. Эти вызовы изображены на рисунке пунктирными стрелками. Реализация итератора базируется на скобочном шаблоне, который рассмотрен ниже.

Скобочный шаблон. Основными атрибутами являются

- выходной буфер, в который помещается кортеж результата;
- КОП – код реляционной операции, реализуемой данным узлом;
- указатель на скобочный шаблон левого дочернего узла;
- указатель на скобочный шаблон правого дочернего узла ("пусто" для унарных операций).

Сам по себе скобочный шаблон не содержит конкретной реализации реляционной операции. Однако, после оптимизации запроса СУБД "вставляет" в каждый скобочный шаблон ту или иную реализацию соответствующей реляционной операции. Например, для операции соединения СУБД может выбрать один из следующих кодов: "соединение вложенными циклами", "соединение сортировкой и слиянием", "соединение хешированием". При выполнении этой операции узел обращается к скобочным шаблонам дочерних узлов.

Рассмотрим, какие изменения вносят колоночные базы данных в каждый из рассмотренных принципов.

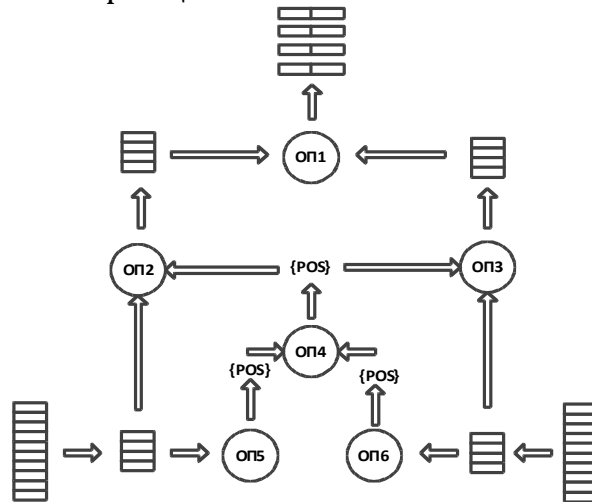


Рис. 2. Пример синхронного конвейера колоночного хранилища

Синхронный конвейер. В колоночных СУБД при реализации конвейера учитываются следующие особенности:

- в связи с фундаментальными отличиями в организации хранения информации на физическом носителе операции выполняются не над кортежами отношения, а над блоками атрибутов отношения;
- существует возможность проводить операции не над данными (блоками), а над позициями значений в этих блоках;

- между узлами конвейера могут передаваться как позиции, так и указатели на блоки данных.

Пример конвейера колоночного хранилища для простого запроса по двум атрибутам таблицы, использующего вышеперечисленные возможности, представлен на рис. 2. Результатами операций 5 и 6 являются позиции значений в атрибутах. Списки полученных позиций передаются и обрабатываются (соединяются, пересекаются и т.п.) в операторе 4, результат действия которого попадает в операторы 2 и 3, считывающие указанные в полученном наборе позиций значения.

Итераторная модель. Для колоночных хранилищ характерны следующие изменения:

- возможно наличие нескольких родительских узлов, т.е. результаты операции передаются не единственному следующему оператору;
- используются как итераторы по кортежам, так и по блокам;
- вводится операция материализации кортежа: получение исходного или необходимого на данном этапе кортежа на основе передаваемых блоков значений атрибута.

Скобочный шаблон. Для колоночных систем в скобочный шаблон не вносятся значительных изменений. Меняется формат выходных данных: это могут быть как кортежи, так и позиции элементов и указатели на блоки данных.

Основной формой параллельной обработки запросов в строчных и колоночных СУБД является фрагментный параллелизм. Подробно данный процесс рассмотрен в работах [7-10,15]. В соответствии с этой схемой запрос на языке SQL преобразуется в некоторый последовательный план. Данный последовательный план преобразуется в параллельный план, представляющий собой совокупность n идентичных параллельных агентов, которые реализуют те же операции, что и последовательный план. На завершающем этапе агенты рассылаются на соответствующие процессорные узлы, где интерпретируются исполнителем запросов. Результаты выполнения агентов объединяются корневым оператором exchange на нулевом процессорном модуле.

Наиболее распространенной системой классификации параллельных систем баз данных является система, предложенная Майклом Стоунбрейкером (Michael Stonebraker) [15]:

- 4.SE (Shared-Everything) - разделяемые память и диски.
- 5.SD (Shared-Disks) - разделяемые диски.
- 6.SN (Shared-Nothing) - без совместного использования ресурсов.

Особенности обработки запросов в колоночных СУБД

Одним из процессов при формировании ответа на запрос в колоночных базах данных является материализация кортежей – процесс воссоздания кортежа на основе столбцов-атрибутов. В зависимости от момента применения данной операции в плане запроса в [16] предлагается

следующие варианты материализации.

Ранняя материализация. Данный вариант аналогичен «естественной» материализации, применяемой в строчных СУБД: каждый раз, когда осуществляется доступ к атрибуту, он добавляется к кортежу.

Поздняя материализация. Специфика колоночных СУБД позволяет отложить процесс материализации до определенного момента, используя в процессе выполнения запроса позиции значений в колонках вместо самих значений атрибутов. К преимуществам данного метода можно отнести более высокую скорость работы с позициями значений по сравнению со всем кортежем. Слабым местом такого подхода является необходимость двойного чтения данных из столбца – в первом случае для получения позиций, во втором, уже после анализа и преобразования номеров, для получения значений.

Таким образом, операцию материализации можно рассматривать в качестве момента, после которого исполнитель запросов начинает применять классические покортежные операции.

В работе [16] предлагается следующие варианты обработки столбцов: параллельный и последовательный. В первом случае все колонки считываются независимо друг от друга. При поздней материализации после считывания полученные битовые маски пересекаются, и на основе результирующей битовой маски происходит чтение остальных атрибутов, участвующих в операции проекции. При последовательной обработке, в отличие от параллельной, атрибуты, участвующие в запросе, упорядочиваются по убыванию селективности и считываются по очереди. В каждую следующую операцию чтения атрибута передается битовая маска предыдущего чтения (рис.3).

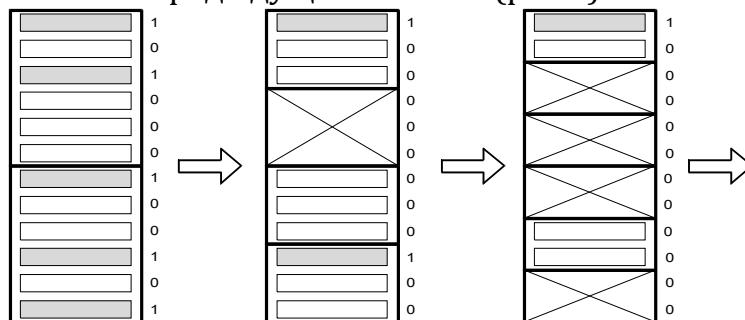


Рис.3. Иллюстрация особенности последовательной обработки

Подобная организация процесса чтения атрибутов позволяет уменьшить количество операций чтения блоков данных с диска. На рис. 3 показаны колонки атрибутов. Перечёркнуты те блоки, которые не надо считывать, т.к. соответствующие записи не удовлетворяют условию поиска по предыдущим атрибутам.

В современных СУБД широко используется *сжатие данных*. Это позволяет повысить производительность за счет уменьшения числа дисковых операций ввода-вывода и объёма передаваемых по сети данных. Колоночное хранение отношений позволяет улучшить этот показатель по

сравнению со строчными СУБД. Это достигается за счет использования коэффициентов повторяемости значений атрибутов и возможности оперировать сжатыми данными (т.е. отсутствия затрат на декомпрессию). В работе [17] предлагается полученный эмпирическим путем алгоритм выбора типа компрессии данных в столбцах.

Преобразования Лапласа-Стилтьеса времени выполнения запроса к таблице в строчной и колоночной системе баз данных

В [8] приведено преобразование Лапласа-Стилтьеса (ПЛС) времени выполнения запроса к строчной базе данных с планом $\pi_A(\sigma_F(R))$, π - операция проекции, σ - операция селекции. В [12] приведены формулы для $\phi_D(s)$, $\phi_M(s)$, $\phi_N(s)$ (т.е. для ПЛС времени обработки кортежей в ресурсах) для различных режимов функционирования системы баз данных и различных архитектурных решений. При выводе учитывались следующие особенности выполнения запроса в колоночной СУБД [11]:

- каждая колонка хранится на диске в своих блоках, где отдельная колонка представляет собой таблицу с кортежем (значение атрибута, позиция)
- последовательная и параллельная обработка запросов с поздней материализацией кортежей,
- наличие компрессии данных (метод RLE),
- получение времени работы обслуживающих устройств на основе измеримых с помощью синтетических тестов показателей.

При этом рассматривались два режима работы [12]:

1. Пакетный режим (offline, система рассматривается как замкнутая).

При данном режиме работы в колоночной системе баз данных обрабатываются пакеты запросов, В каждом пакете SQL-запросы выполняются последовательно (предполагается, что они связаны по данным: выходные данные одного запроса являются входными данными другого). Но запросы разных пакетов (по одному из каждого пакета) могут обрабатываться параллельно. Предполагается, что «узкое место» в данном режиме – дисковая система.

2. Режим «запрос-ответ» (online, система рассматривается как разомкнутая). При данном режиме работы предполагается, что i -ая рабочая станция обращается к j -ому запросу с некоторой интенсивностью. При условии, что эти входные потоки заявок являются пуассоновскими, время обслуживания в ресурсах распределено по экспоненциальному закону, а переход от ресурса к ресурсу выполняется по вероятности, модель обработки запросов можно представить в виде сети массового обслуживания. В этой сети обработку в узлах ресурсов можно представить в виде совокупности независимых СМО М/М/1 (это доказывается в теории массового обслуживания в виде теоремы разложения Джексона).

Сравнение среднего времени обработки запроса к одной таблице в строчной и колоночной базе данных

Оценку среднего времени выполнения запроса можно получить, дифференцируя выражения ПЛС времени обработки запроса в нуле (в работе [12] были использованы численные методы).

Ниже приведены результаты расчёта отношения среднего времени обработки простого запроса $\pi_A(\sigma_F(R))$ в строчной СУБД к среднему времени выполнения этого запроса в колоночной СУБД в зависимости от отношения количества атрибутов, участвующих в запросе, к общему количеству атрибутов в таблице.

Для упрощения расчетов будем считать, что $K_A=K_F=K$ т.е. количество атрибутов, участвующих в операции фильтрации, равно количеству атрибутов, использующихся в операции проекции. Также примем, что таблица состоит из $N=100$ одинаковых по размеру и типу атрибутов. Расчёты были выполнены при следующих значениях характеристик ресурсов.

1. Процессор – Intel Xeon 5160. Для выбранного процессора измеренное значение числа процессорных циклов, выполняемых секунду - $\mu_P=1.5 \cdot 10^9 (1/c)$.

2. Внешняя память - $N=50$ дисков 3.5" Seagate Cheetah 15K.6 ST3146356FC; размер блока чередования (stripe size) – $Q_{БЧ}=64$ Кб; среднее время поиска и чтения блока чередования с диска – $t_{БЧ} = t_{подвода} + t_{вращения}/2 + Q_{БЧ}/v_{чтения} = 4 + 4/2 + 64/200 = 6.3$ мс. Поэтому интенсивность чтения блоков с диска равна $\mu_{ДВ} = 1000/6.3 = 160 (1/c)$.

3. Оперативная память – DDR3-1600 PC3- 12800. Интенсивность чтения одного байта информации из ОП равна $\mu_M = 9586 \cdot 1024 \cdot 1024 (1/c)$.

4. Остальные параметры для расчетов приведены ниже.

$$\begin{array}{llll} V=10^6 & r_i=20 & L=100 & P_2=0.007 \\ P_1=0.01 & u=50 & H=100 & p_D=0.9 \end{array}$$

L – среднее число записей таблицы R в блоке чередования для строчной СУБД, k_c – среднее число позиций, покрываемых одним кортежем столбца колоночной базы данных, $k_c=1$ – нет сжатия.

Графики отношения времени выполнения запроса в строчной СУБД к времени выполнения запроса в колоночной СУБД (Y) в зависимости от отношения количества атрибутов, участвующих в запросе, к общему количеству атрибутов в таблице ($X=100 \cdot 2 \cdot K/N$) для различного среднего числа позиций, покрываемых одним кортежем (k_c учитывает сжатие), представлены на рис.4. Графики построены для числа процессоров $n=2$. В табл. 1 приведены значения Y для некоторых X .

Табл.1. Результаты вычислений.

	$k_c=1$	$k_c=5$	$k_c=10$
$X=2\% (K_A=K_F=1)$	31	70	99
$X=65\%$	1	2,5	3,8
$X=100\%$	0,66	1,65	2,5

Из графиков видно, что при использовании менее 20% атрибутов

время выполнения запроса в колоночной СУБД меньше в разы по сравнению со строчной СУБД, при большем количестве атрибутов время выполнения запроса растет практически пропорционально числу используемых в запросе атрибутов. Для $k_c=1$ (нет сжатия данных) среднее время выполнения запроса в строчной и колоночной СУБД становится равным ($Y=1$) при использовании 65% атрибутов (табл. 1). Увеличение времени выполнения запроса в колоночной СУБД при большем количестве используемых атрибутов можно объяснить ростом числа читаемых с диска столбцов таблицы (для строчных СУБД время не изменяется, т.к. с диска записи читаются целиком). При $X=100\%$ и $k_c=1$ среднее время выполнения запроса в строчной СУБД в 1.5 ($1/0.66$) раза меньше, чем в колоночной СУБД. При достаточно хорошем сжатии столбцов таблицы картина меняется: колоночная СУБД лучше строчной даже при использовании в запросе 100% атрибутов (см. табл. 1).

На рис. 5 представлены графики зависимости среднего времени выполнения запроса в колоночной СУБД от числа процессоров для различного соотношения используемых в запросе атрибутов (10%, 50%, 100%), а также время выполнения запроса в строчной СУБД. Из графиков видно, что для строчной СУБД пятнадцатисекундная отметка среднего времени обработки запроса достигается при числе процессоров $n=10$. Для колоночной СУБД эта отметка достигается при соотношении используемых в запросе атрибутов 10% (10 атрибутов из 100) уже при $n=2$ (и это при отсутствии сжатия столбцов, $k_c=1$).

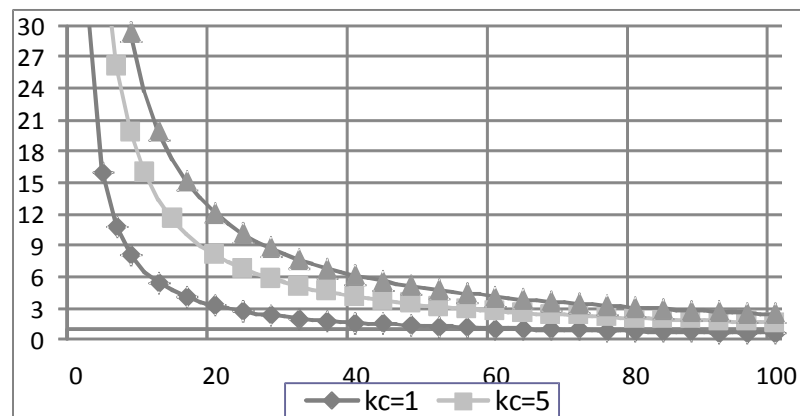


Рис. 4. Отношение времени выполнения запроса в строчной СУБД к времени выполнения запроса в колоночной СУБД (Y) в зависимости от отношения количества атрибутов, участвующих в запросе, к общему количеству атрибутов в таблице (X , %) при разных ' k_c '.

Заключение

1. Проанализированы процессы выполнения запросов в строчной и колоночной системе баз данных. Рассмотрены изменения, вносимые в синхронный конвейер, итераторную модель и скобочный шаблон, а также операции материализации и компрессии данных для колоночных СУБД.

2. Выполнено сравнение среднего времени выполнения запроса с

планом $\pi_A(\sigma_F(R))$ в строчной и колоночной СУБД. Приведён пример расчёта отношения среднего времени выполнения запроса в строчной СУБД к среднему времени выполнения запроса в колоночной СУБД в зависимости от отношения количества атрибутов, участвующих в запросе, к общему количеству атрибутов в таблице. На его основании можно сделать вывод о том, что при хорошем сжатии столбцов (см. k_C) время выполнения запроса в колоночной СУБД меньше, чем в строчной СУБД даже при использовании в запросе 100% атрибутов (см. табл. 2).

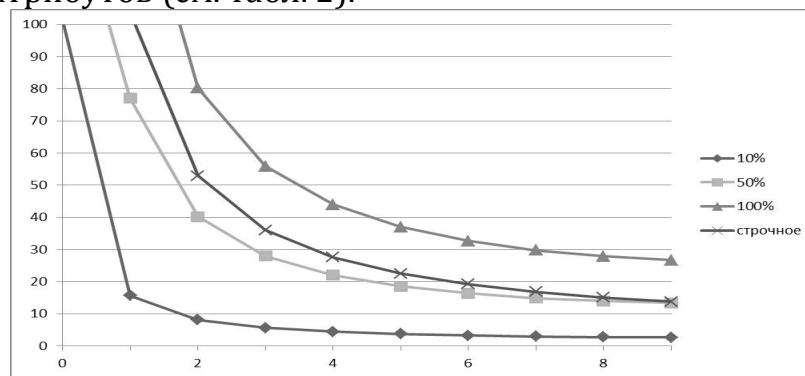


Рис. 5. Среднее время выполнения запроса в колоночной СУБД (с.) в зависимости от числа процессоров для различного отношения используемых в запросе атрибутов и время выполнения запроса в строчной СУБД (везде $k_C=1$).

3. Для колоночной СУБД десятисекундная отметка среднего времени выполнения запроса при отношении используемых в запросе атрибутов 10% достигается при меньшем числе процессоров ($n=2$), чем для строчных СУБД ($n=15$). Это свидетельствует об экономии вычислительных ресурсов при использовании колоночных СУБД.

4. Предполагается продолжить исследования и получить оценки времени выполнения запросов с более сложными планами реализации (например, для плана выполнения запроса к хранилищу данных типа «звезда»).

Литература

1. Андрей Арсентьев. Хранилища данных становятся инфраструктурным компонентом №1. CNews аналитика. 2010. [Электронный ресурс]. [http://retail.cnews.ru/reviews/free/BI2010/articles/articles6.shtml]. Проверено 27.06.2011.
2. Michael Stonebraker Biography, 2008 г. [Электронный ресурс] [http://www.csail.mit.edu/user/1547]. Проверено 28.06.2012.
3. Michael Stonebraker, Uğur Çetintemel. «One Size Fits All»: An Idea Whose Time Has Come and Gone. / Перевод Сергея Кузнецова, 2007 г.: [Электронный ресурс]. [http://citforum.ru/database/articles/one_size_fits_all/]. Проверено 27.06.2011.
4. Michael Stonebraker, Chuck Bear, Uğur Çetintemel, Mitch Cherniack, Tingjian Ge, Nabil Hachem, Stavros Harizopoulos, John Lifter, Jennie Rogers, and Stan Zdonik. One Size Fits All? – Part 2: Benchmarking Results. 3rd Biennial Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR), January 7-10, 2007, Asilomar, California, USA. / Перевод Сергея Кузнецова, 2007 г.: [Электронный ресурс].
5. [http://citforum.ru/database/articles/one_size_fits_all_2/]. Проверено 27.06.2011.

6. Michael Stonebraker. My Top 10 Assertions About Data Warehouses. / Перевод Сергея Кузнецова, 2010 г.: [Электронный ресурс]. [<http://citforum.ru/gazeta/166/>]. Проверено 27.06.2011.
7. Григорьев Ю.А., Плутенко А.Д. Теоретические основы анализа процессов доступа к распределенным базам данных. Новосибирск: Наука, 2002. - 222 с.
8. Ю.А. Григорьев, В.Л. Плужников. Оценка времени выполнения запросов и выбор архитектуры параллельной системы баз данных. МГТУ, 2009.
9. Григорьев Ю.А., Плужников В.Л. Модель обработки запросов в параллельной системе баз данных // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2010. - № 4. – С. 78-90.
10. Григорьев Ю.А., Плужников В.Л. Оценка времени соединения таблиц в параллельной системе баз данных// Информатика и системы управления. – 2011. - № 1. – С. 3-16.
11. Григорьев Ю.А., Плужников В.Л. Анализ времени обработки запросов к хранилищу данных в параллельной системе баз данных // Информатика и системы управления. – 2011. - № 2. – С. 94-106.
12. Григорьев Ю.А., Ермаков Е.Ю. Модель обработки запросов в параллельной колоночной системе баз данных // Информатика и системы управления. – 2012. - № 1. – С. 3-15.
13. Григорьев Ю.А., Ермаков Е.Ю. Модель обработки запроса к одной таблице в параллельной колоночной системе баз данных и анализ ее адекватности // Информатика и системы управления. – 2012. - № 2. – С. 170-179.
14. Michael Stonebraker, Daniel J. Abadi, Adam Batkin, Xuedong Chen, Mitch Cherniack, Miguel Ferreira, Edmond Lau, Amerson Lin, Samuel R. Madden, Elizabeth J. O'Neil, Patrick E. O'Neil, Alexander Rasin, Nga Tran, and Stan B. Zdonik: C-Store: A Column-Oriented DBMS [Электронный ресурс]. [<http://www.cs.yale.edu/homes/dna/pubs/displaypubs.cgi/>]. Проверено 22.10.2011.
15. Daniel J. Abadi Query Execution in Column-Oriented Database Systems. [Электронный ресурс]. [<http://www.cs.yale.edu/homes/dna/papers/abadiphd.pdf>]. Проверено 25.12.2011.
16. Соколинский Л. Б., Цымблер М. Л. Лекции по курсу "Параллельные системы баз данных": [Электронный ресурс]. [<http://pdbc.susu.ru/CourseManual.html>]. Проверено 22.10.2011.
17. Daniel J. Abadi, Daniel S. Myers, David J. DeWitt, and Samuel R. Madden. Materialization Strategies in a Column-Oriented DBMS In Proceedings of ICDE, 2007. [Электронный ресурс]. [<http://db.lcs.mit.edu/projects/cstore/abadiicde2007.pdf>]. Проверено 25.12.2011.
18. Daniel J. Abadi, Samuel R. Madden and Miguel C. Ferreira. Integrating Compression and Execution in Column-Oriented Database Systems In Proceedings of ICDE, 2006. [Электронный ресурс]. [<http://db.lcs.mit.edu/projects/cstore/abadisigmod06.pdf>]. Проверено 25.12.2011.

Кадан А.М.,

УО «Гродненский государственный университет имени Янки
Купалы», Гродно, Беларусь,
заведующий кафедрой системного программирования и
компьютерной безопасности
alexander.kadan@gmail.com

Кадан М.А.

компания ЭПАМ Системз, Беларусь, ведущий программист
mkadan@gmail.com

Технологии бизнес-моделирования и разработка дополнительной функциональности языка BPEL

В рамках исследований по использованию технологий и средств моделирования бизнес-процессов в управлении работой подразделений университета, предлагается расширение стандартных возможностей языка исполнения бизнес-процессов BPEL. Исследованы возможности улучшения и облегчения процесса оркестрации сервисов в BPEL-процесс и взаимодействия между различными BPEL-процессами с точки зрения практического применения. Реализация этих особенностей предполагает использование стандартных средств BPEL и, следовательно, является независимой от конкретной реализации BPEL-сервера.

Введение

Реализация информационно-ориентированного механизма управления современной организацией, базирующегося на передовых информационных технологиях и системах, является актуальной задачей, решение которой способствует повышению адаптивности и конкурентоспособности организации в условиях динамично меняющейся среды.

С внедрением в Гродненском государственном университете им. Янки Купалы системы менеджмента [1], регламентирующей основные бизнес процессы подразделений, сроки предоставления документов, определяющей ответственность руководителей за своевременное предоставление достоверной и подтвержденной информации, объем как входящих, так и исходящих документов, связанных с работой подразделения университета (отделов, деканатов факультетов, кафедр) и время, необходимое на их обработку и подготовку, не имеют тенденции к снижению. Это явилось стимулом для поиска решений и технологий информатизации управления, вызвало попытки внедрения средств бизнес-моделирования и элементов систем управления бизнес-процессами на уровне отдельных подразделений, не дожидаясь появления подобной

системы в масштабе университета.

Технологии и средства бизнес-моделирования.

Понятие «бизнес-моделирование» вошло в обиход вместе с появлением программных систем, направленных на достижение комплексной автоматизации предприятий. Разработка и внедрение подобных систем предполагает комплексное обследование деятельности организации, описание ее архитектуры, реинжиниринг ее бизнес-процессов, аудит и сертификацию деятельности.

Решение всех этих задач предполагают использования средств бизнес-моделирования. Основное назначение средств бизнес-моделирования – обеспечение взаимопонимания на всех уровнях организации, устранение разрыва между стратегическим видением бизнеса и практической его реализацией [2]. Для представления бизнес-моделей в специализированных системах бизнес-моделирования используются специальные языки, понятные и руководителям высшего уровня, и аналитикам, и работникам нижнего звена. Бизнес-процессы представляются в виде графических моделей, которые иерархически и пошагово представляют взаимодействие подразделений и исполнителей. То есть современные средства бизнес-моделирования – это средства проектирования и анализа, управления знаниями организации, а не средства информационных технологий.

Главное назначение бизнес-модели – дать целостную картину функционирования организации. Можно утверждать, что и само по себе описание бизнес-процессов весьма важно, даже если оно не рассматривается как начальная стадия проекта по разработке или внедрению сложной информационной системы. Ценность бизнес-модели определяется тем, в какой степени она помогает отвечать на актуальные вопросы, стоящие перед организацией, насколько реально затрагивает каждого сотрудника организации.

Очень важно, чтобы изменением уже существующих, а также моделированием новых бизнес-процессов организации могли заниматься специалисты без профессионального компьютерного образования, в частности, сотрудники, не специализирующиеся в использовании средств компьютерного бизнес-моделирования. Идеальной была бы ситуация, когда после непродолжительного курса обучения человек, знакомый с бизнес-деятельностью организации, мог бы применять свои знания в создании и улучшении бизнес-модели этой организации.

В таком контексте значительно возрастает значимость задач построения бизнес-моделией деятельности организации и ее подразделений, создания на ее основе информационной системы, предназначенной для оперативного принятия решений, интеграции всех участников бизнес-процессов, а также поддержки полного цикла управления сложными системами, которыми являются современные организации и, в частности, университет.

Среди технологий бизнес-моделирования заметную роль играет Business Process Management (BPM) [3]. В отличие от технологий реинжиниринга, ориентированных на однократное радикальное преобразование бизнес-процессов, использование BPM направлено на непрерывные усовершенствования. А применительно к сфере программного обеспечения – связано со специализированным программным обеспечением, предназначенным для непосредственного исполнения бизнес-процессов

Такое программное обеспечение называют Business Process Management System (BPMS) или BPM-системой, или просто BPM. Важной компонентой BPM-системы являются средства визуальной разработки и специализированные графические языки, обеспечивающие среду и средства описания для создания схем бизнес-процессов. Работа организована таким образом, чтобы бизнес-аналитик мог самостоятельно, без привлечения программистов, вносить изменения в схему бизнес-процесса.

Средства проектирования информационных систем и соответствующие им языки описания предназначены для решения важных, но все же вспомогательных задач. Как обычно, сначала следует понять, что нужно автоматизировать в архитектуре организации, и только потом приступать к осуществлению такой автоматизации. В таком контексте главное назначение бизнес-модели – дать целостную картину функционирования организации, согласовать разные точки зрения на постоянно развивающиеся и меняющиеся отношения. Ценность бизнес-модели определяется тем, в какой степени она помогает отвечать на актуальные вопросы, стоящие перед организацией, насколько реально затрагивает каждого сотрудника организации.

BPML – язык исполнения процессов.

BPM-система не является только средством графического описания бизнес-процессов. Рисование схемы бизнес-процесса является начальным этапом работы. Разработанная схема бизнес-процесса в виде XML-файла загружается в средство исполнения бизнес процессов, модуль BPM-engine, который хранит информацию об экземплярах бизнес-процесса: кем и когда он запущен, на каком шаге сейчас находится и кто отвечает за его выполнение. Второй стандартный компонент BPM-системы – модуль мониторинга, который накапливает информацию о том, как часто запускается тот или иной бизнес-процесс, сколько времени занимает его выполнение, кто из сотрудников участвует в работе, на каком шаге происходят задержки и т.д. Эти сведения позволяют разработать объективные критерии, позволяющие оценивать эффективность работы организации, ее подразделений и отдельных сотрудников.

В области интеграции технология BPM пересекается с SOA (Service Oriented Architecture) [4, 5]. В таком тандеме SOA обеспечивает стандарт на интерфейсы и среду, в которой подобные интерфейсы могут публиковаться

и вызываться, а BPM – смысловую нагрузку и правила, согласно которым системы должны передавать друг другу информацию и управление.

Предметом исследования в данной работе является язык исполнения бизнес-процессов BPEL, стандарт де-факто в современном компьютерном бизнес-моделировании. Целью исследования - разработка дополнительной функциональности языка BPEL, облегчающей его использование пользователями без профессиональной подготовки.

BPEL [6, 7] (англ. Business Process Execution Language) – язык на основе XML для формального описания бизнес-процессов и протоколов их взаимодействия между собой. BPEL расширяет модель взаимодействия веб-служб и включает в эту модель поддержку транзакций.

BPEL использует вебсервисы в качестве универсального способа интеграции приложений [8]. И с этой точки зрения его можно рассматривать как описание последовательности вызовов вебсервисов. Наряду с традиционными элементами, принятыми в workflow-моделях, в BPEL используются такие специфические методы, как асинхронные вызовы вебсервисов, «длинные» транзакции и связанные с ними механизмы обработки ошибок.

Дополнительная функциональность языка BPEL

BPEL в «чистом» виде довольно сложен в использовании неподготовленным пользователем [4]. Если такой пользователь и сможет создать простой бизнес-процесс, то более сложные процессы, включающие например кросспроцессную синхронизацию, будут для него недоступны.

Поэтому внимание было направлено на исследование возможности улучшения и облегчения процесса оркестрации сервисов в BPEL-процесс и взаимодействия между различными BPEL-процессами [5], были реализованы веб-сервисы и пользовательские компоненты, осуществляющие эти улучшения.

Основной областью для улучшений было выбрано кросспроцессное взаимодействие, так как, во-первых, эта функциональность востребована в подавляющем большинстве практических BPEL-процессов, а во-вторых, в языке BPEL нет простых возможностей обеспечить кросспроцессное взаимодействие. Было принято решение о реализации этой дополнительной функциональности на основании стандартных средств BPEL и Web-Services, не используя специфические особенности серверов исполнения BPEL-процессов (или используя специальные native-прослойки). Это дало такое важное преимущество как переносимость разработанной дополнительной функциональности на любой сервер исполнения BPEL-процессов, а значит гораздо более широкое поле для ее применения.

Реализация этих особенностей использует стандартные средства BPEL, и, следовательно, является независимой от конкретной реализации BPEL-сервера.

Среди выделенных особенностей можно отметить:

- «Запускающий» BPEL-процесс (launcher), который используется для начальной настройки BPEL-процесса и его «регистрации» в дополнительных системных сервисах.
- Обработка кросспроцессных событий (event management).
- Автоматический отложенный запуск BPEL-процессов на основании задекларированных каскадных зависимостей (declared dependencies).
- Автоматической начальной конфигурации экземпляров BPEL-процессов на основании параметров запуска процесса.
- Некоторые пользовательские компоненты BPEL-процессов для облегчения реализации BPEL-процессов. Среди них можно отметить, например, компоненты опроса состояния BPEL-процессов и синхронизации процессов различными методами (1/1, 1/*).

«Запускающий» BPEL-процесс (Launcher)

Служит для начальной инициализации других BPEL-процессов непосредственно перед началом их работы. Так как «запускающий» процесс сам является BPEL-процессом, он допускает простое изменение своей функциональности (например, добавление логирования определенных операций инициализации).

«Запускающий» BPEL-процесс может вызываться двумя способами: прямо и косвенно. При прямом вызове в качестве параметра ему передается BPEL-интерфейс (т.е. идентификатор типа BPEL-процесса), экземпляр которого необходимо создать и инициализировать. При косвенном вызове запускается сразу необходимый нам BPEL-процесс через фиктивную точку входа (которую пользователь, однако, считает реальной), который затем асинхронно вызывает «запускающий» процесс (передавая в качестве параметра свой интерфейс и точку входа) и приостанавливает свою работу. Дальнейшая работа происходит также как и при прямом вызове.

WS-Registry

Этот веб-сервис предназначен для централизованного хранения свойств экземпляров BPEL-процессов. Среди этих свойств: уникальный идентификатор процесса (pid), идентификатор интерфейса процесса (описывался ранее), параметры запуска данного экземпляра процесса.

Помимо прочего, данный веб-сервис вводит понятие текущего состояния экземпляра процесса, причем поддерживаются как системные состояния (например, Suspended или Running), так и пользовательские состояния (например, Persisting).

Вызов данного сервиса происходит в «запускающем» процессе после получения уникального идентификатора. Таким образом все экземпляры BPEL-процессов регистрируются в реестре.

WS-Events (Event Management)

Служит средством коммуникации между BPEL-процессами. Основной концепцией является рассылка процессами бродкаст-событий и их прием другими процессами, подписавшимися на эти события. Существуют две

основных стратегии получения событий:

- С использованием callback-вызовов.
- С опросом пула событий на наличие подходящих событий.

При использовании callback-вызова BPEL-процесс должен предоставить точку входа, поддерживающую событие, на которое она подписана. При появлении события в пуле веб-сервис произведет callback для процесса, идентифицируемого `pid` (указывается при подписывании), на данную точку.

При использовании стратегии опроса пула событий производится асинхронный циклический опрос пула и при наличии там события процесс получает уведомление об этом.

WS-DD (Declared Dependencies)

Идеей данного сервиса является то, что очень редко BPEL-процессы стартуют поодиночке. Гораздо чаще при запуске одного процесса должны запустить несколько вспомогательных процессов, или наоборот, запуск процесса невозможен без предварительного запуска других процессов. Предложенный веб-сервис решает эти проблемы, выделяя две особенности запуска BPEL-процессов:

- Отложенный запуск – запуск процесса невозможен без предварительного запуска других процессов.
- Каскадный запуск – при запуске процесса должны запуститься несколько вспомогательных процессов.

Причем эти особенности могут любым образом комбинироваться.

Указание специфики запуска процесса производится декларативно (т.е. описательно). Специфика запуска передается в «запускающий» процесс среди свойств экземпляра. Таким образом она может быть как общей для всего BPEL-интерфейса, так и модифицироваться для каждого конкретного экземпляра процесса, чем достигается необычайная гибкость применения сервиса.

Специфика запуска включает следующие разделы:

- Необходимые для запуска процессы (описание отложенного запуска) – список интерфейсов процессов, которые должны быть активны (системное состояние Running) для того чтобы данный процесс также перешел в состояние Running. Допускается задание дополнительной информации для интерфейсов, например можно указать конкретные `pid` процессов, фильтр по их свойствам (из сервиса реестра), фильтр по их состоянию, нужно ли дожидаться пользовательского запуска необходимых процессов или же запускать их автоматически, и т.д.
- Каскадные процессы (описание каскадного запуска) – список интерфейсов процессов, экземпляры которых должны быть созданы после запуска данного процесса. Допускается задание дополнительной информации для интерфейсов, например можно добавить экземплярам дополнительные свойства, указать, при каком

состоянии исходного процесса они должны быть запущены, и т.д.

WS-Configurator

Используется для начальной настройки экземпляра процесса. Устанавливает процессу дополнительные свойства из персистентного хранилища, а также сохраняет их там после завершения процесса. Работает с идентификатором конфигурации *cid*, которые можно опционально указать в свойствах процесса при его запуске. Таким образом каждый *cid* обеспечивает персистентное сохранение уникальной конфигурации.

Использование дополнительной функциональности.

Синхронизация процессов

Типичной особенностью сложного BPEL-процесса является его синхронизация с другими BPEL-процессами. Мы выделяем два способа такой синхронизации.

Первый способ. По количеству процессов при синхронизации:

- 1/1 – процесс ждет определенного состояния другого процесса, после чего он продолжает свою работу.
- 1/* – процесс ждет определенного состояния нескольких других процессов (состояния могут быть как одинаковыми, так и задаваться для каждого отдельного процесса), после чего он продолжает свою работу.
- Второй способ. По виду запроса на синхронизацию:
 - Клиентский – запрос на синхронизацию происходит на стороне процесса, который должен ждать синхронизации с другим процессом. Реализуется на основании данных WS-Registry, а именно получения состояния процесса по *pid*.
 - Серверный – через WS-Events процесс бродкастит событие изменения своего состояния, а все процессы, подписанные на это событие, получают либо *callback*-вызов, либо запись события в пул (в зависимости от вида подписки).

На основании разработанных улучшений BPEL были разработаны пользовательские компоненты, отвечающие за синхронизацию BPEL-процессов всех четырех типов.

Использование дополнительной функциональности.

Отложенный запуск процессов

Рассмотрим распространенную ситуацию в моделировании бизнес-процессов. Предполагается, что запущено несколько однотипных экземпляров BPEL-процесса, и при достижении хотя бы одним из них определенного состояния запускается контрольный бизнес-процесс (если он еще не был запущен ранее). Указание для запуска этого процесса описывается декларативно в свойствах BPEL-интерфейса процесса. Это позволяет избавиться от сложной системной логики внутри процессов, облегчить их понимание, а также, что немаловажно, избавиться от возможных ошибок в синхронизации процессов. В данном случае

используется такая функциональность WS-DD как отложенный запуск процессов.

Заключение

В ходе проведенных исследований были проанализированы возможности улучшения функциональности языка BPEL в аспекте простоты создания и изменения сложных бизнес-процессов неподготовленным пользователем. Спроектированы и реализованы улучшения функциональности языка BPEL в области работы с XML-данными, включающие компоненты для создания, редактирования и чтения XML-данных, а также компоненты для создания XPath-выражений. Спроектированы и реализованы улучшения функциональности языка BPEL в области настройки межпроцессных коммуникаций, включающие разнообразные веб-сервисы и системные BPEL-процессы, обеспечивающие поддержку реестра экземпляров бизнес-процессов, обработки кросспроцессных событий и автоматического и отложенного запуска экземпляров бизнес-процессов. Разработанная дополнительная функциональность языка BPEL позволяет носителям знаний о бизнес-процессах напрямую вкладывать свои знания в бизнес-модель организации, исключая такое промежуточное искажающее звено как специалист по компьютерному бизнес-моделированию.

Литература

1. Система менеджмента ГрГУ [Электронный ресурс] – Гродно, 2010. - Режим доступа: <http://smu.grsu.by>. Дата доступа: 05.10.2012.
2. «Подход к моделированию управляющих бизнес-процессов» [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.vernikov.ru/content/view/555/160/> Дата доступа: 05.10.2012
3. «Системы управления бизнес-процессами» [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.bpms.ru/intro/index.html> Дата доступа: 05.10.2012.
4. «BPM and SOA. Where does one end and the other begin?» [Electronic resource] – Access mode: <http://www.bptrends.com> Access date: 05.10.2012.
5. «SOA – шаг за горизонт» [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.uddi-russia.org/wspapers/paper35.htm> Дата доступа: 05.10.2012
6. «BPM and SOA. Where does one end and the other begin?» [Electronic resource] – <http://www.bptrends.com> Access date: 05.10.2012
7. «Business Process Execution Language for Web Services Specification, Version 1.1» [Electronic resource] – <http://xml.coverpages.org/BPELv11-May052003Final.pdf> Access date: 05.10.2012
8. «Web Services Business Process Execution Language Specification, Version 2.0» [Electronic resource] – Access mode: <http://www.oasis-open.org/committees/download.php/14616/wsbpel-specification-draft.htm> Access date: 05.10.2012

Казенников А.О.,

Московский государственный технический университет
радиотехники, электроники и автоматики, аспирант
kazennikov@gmail.com

Трифонов Н.И.

Московский государственный технический университет
радиотехники, электроники и автоматики, доцент
trifonov@mirea.ru

Гибридный алгоритм синтаксического разбора для анализа новостных потоков

За прошедшее десятилетие произошел быстрый рост количества электронных лент новостей ведущих информационных агентств. Из-за этого человек практически не в состоянии прочитать и проанализировать все новостные сообщения. Разработка методов для автоматической обработки и агрегации новостных потоков позволяет существенно сократить объем материалов, необходимых для просмотра и анализа. Таким образом, задача автоматической обработки новостных лет является востребованной и актуальной. Кроме того, произошли существенные изменения в составе предлагаемого пользователю материала. Новостное сообщение обычно состоит не только из текста новости, но и обладает ссылкой на категорию, к которой она относится, также вероятно наличие краткого списка ссылок по теме, которые поместил редактор.

В ряде научных работ [1-5] рассматривается задача кластеризации новостей, в которых почти все системы ограничиваются поверхностными характеристиками текста. Основным способом представления текста в таких подходах является множество слов, встреченных в тексте (bag of words). Обычно для представления используются заголовки, текстовое содержание новостей. Однако данный способ анализа текста является поверхностным и не охватывает глубинные зависимости и структуру текста.

С другой стороны, за последние годы значительно усовершенствовались методы традиционного глубокого анализа текстов. Такой подход предусматривает последовательный анализ текста на морфологическом, синтаксическом и семантическом уровнях.

Вследствие этого можно предположить, что подходы к анализу новостных потоков, сочетающие в себе как поверхностные, так и глубинные методы анализа, будут, с одной стороны, сравнимы по скорости работы с поверхностными подходами, а, с другой стороны, позволят получить более высокое качество анализа, чем у только поверхностных методов.

Таким образом, задача анализа потока новостных сообщений является как задачей автоматической обработки текстов, так и задачей анализа потока данных.

Центральной задачей для анализа новостных потоков является проблема выявления схожих новостей. Она возникает как самостоятельная задача представления пользователю «сюжетов» - последовательности новостей, которые бы описывали произошедшее событие и его дальнейшее развитие. Также, она входит в состав задачи составления рекомендаций по новостям, которые могли бы заинтересовать пользователя, опираясь на содержание текущей. Кроме того, задача выявления схожих новостей возникает при автоматическом реферировании новостей, когда необходимо выявить первоначальный материал для реферирования.

Рассмотрим следующую задачу. Дан входящий поток новостных сообщений от разных информационных агентств. Необходимо разделить эти сообщения на группы новостей на основе «сюжетов». Под сюжетом подразумевается некоторое событие, произошедшее в реальном мире, и его контекст.

Поставленная задача может быть решена с помощью метода кластеризации новостных потоков, который обладал бы следующими характеристиками:

5. Онлайновый режим работы, предполагающий обработку интенсивного потока входящих сообщений. По предварительным оценкам поток новостей от 30 крупнейших информационных агентств и новостных ресурсов превышает 20 тыс. сообщений в сутки. Следовательно, максимальное время обработки одного сообщения не может превышать 8 секунд, а общее число сообщений, которое следует учитывать, составляет около 140 тыс. сообщений в неделю и более 600 тыс. сообщений в рамках одного месяца. Средняя длина новостного сообщения составляет 20 предложений или около 200-300 слов.

6. Плоская кластеризация. Предполагается кластеризация только новостных сообщений в отличие от иерархической кластеризации, когда кластеры в свою очередь разбиваются на кластеры.

7. Использование всей доступной информации, которую возможно получить из новостного сообщения. Предварительный анализ показывает, что кроме традиционных характеристик сообщения, таких как время написания, заголовков и текст сообщения, в большинстве случаев доступна краткая аннотация сообщения, а также несколько редакторских ссылок на связанные или похожие события.

Поскольку качественная оценка эффективности кластеризации системы в значительной степени неформальна, то для ее проведения предполагается использование предварительно аннотированного корпуса новостных сообщений, который был бы вручную размечен на сюжетные кластеры.

Проблема обработки новостей не является принципиально новой.

Традиционно обработка новостей рассматривается как задача информационного поиска. Основные современные результаты представлены в работах [1,2,3,6], где задача выделения групп новостей, объединенных одним сюжетом, решалась с помощью кластеризации.

Однако общая задача кластеризации текстов, и в частности задача кластеризации потока новостей по сюжетным группам имеет ряд особенностей.

Во-первых, в отличие от традиционных задач машинного обучения, задачи обработки текстовой информации обладают высокой размерностью данных. Это связано с тем, что большинство методов кластеризации работает с данными, представленными в виде векторов в пространстве R^n [5]. Представление текстовых данных в таком пространстве обычно осуществляется с помощью процедуры сопоставления каждого признака с функцией-индикатором данного слова. Таким образом, общая размерность задачи определяется общим количеством таких признаков. Из-за этого, общая размерность пространства достигает 100 тыс. - 1 млн. измерений [3,5]. При этом вектор признаков сообщения имеет только малую часть ненулевых значений функций-индикаторов. Наиболее популярны три вида алгоритмов: алгоритм k-средних, Scatter-Gather [5] и алгоритмы иерархической кластеризации. Однако все эти алгоритмы имеют существенные недостатки для использования в задаче анализа новостей. Все вышеуказанные алгоритмы являются оффлайнowymi — они предполагают одновременную обработку всего набора данных. Но для задачи анализа новостей это не совсем верно. Поток новостей не является фиксированным множеством, а следовательно для учета поступивших новостей пришлось бы заново вычислять все кластеры, поскольку оффлайновые алгоритмы не подразумевают возможности инкрементальной обработки. Кроме того, алгоритм k-средних предполагает, что количество кластеров заранее известно. Более того, различные оптимизированные версии этого алгоритма предполагают относительно небольшую размерность данных. Алгоритмы же иерархической кластеризации требуют нескольких проходов по каждому экземпляру данных.

Во-вторых, основные алгоритмы кластеризации работают на заранее фиксированном множестве данных. Они не предполагают возможности добавления нового элемента без пересчета всех кластеров.

В-третьих, значительная часть алгоритмов предполагает, что число кластеров, на которые нужно разбить всю совокупность, заранее известно. Для многих задач это верно, но для задачи кластеризации новостного потока это не соблюдается.

В-четвертых, оптимизированные версии основных алгоритмов кластеризации предполагают низкую размерность данных. Их использование на массивах данных высокой размерности приводит к резкому росту времени обработки.

В ряде работ [2,3,6] для кластеризации предлагается следующий алгоритм приближительной кластеризации. Первоначально множество кластеров пусто. Для каждого нового сообщения выполняются следующие операции:

- Оценивается расстояние вектора нового сообщения до центров всех кластеров.
- Если минимальное расстояние больше некоторого наперед заданного числа, то новое сообщение помещается в отдельный кластер.
- Если нет, то в один (или несколько ближайших).
- Пересчитываются центры измененных кластеров.

Особенностью алгоритма является то, что решение о принадлежности какой-либо точки принимается только один раз, в этом смысле алгоритм является линейным по времени.

Кроме того, в представленных работах [2,3,4,6] предполагается, что кластеризация для выявления новых информационных сообщений производится только на основе текстового материала. Из-за этого не учитывается довольно большой объем мета-информации: даты публикации материала, наличие взаимных ссылок между статьями, дополнительные ссылки по теме.

Альтернативным подходом является алгоритм иерархической кластеризации [1,4]. Алгоритмически он состоит из двух шагов. Начальный шаг — каждый вектор кластеризуемого множества является отдельным кластером. На каждом следующем шаге находятся два ближайших кластера и сливаются друг с другом. Затем этот шаг повторяется до тех пор, пока не останется один кластер, объединяющий всю обучающую совокупность. Преимуществом этого алгоритма является то, что кластеры организованы иерархически — можно выбирать степень обобщения. Однако сложность этого алгоритма является довольно большой: необходимо выполнить n раз шаг кластеризации, кроме того, каждый поиск ближайших точек для кластеризации занимает как минимум линейное время, а в общем случае — квадратичное. Таким образом, общий алгоритм иерархической кластеризации обладает кубической сложностью.

Наиболее полное описание методов кластеризации новостей для поиска новых информационных сообщений представлено в [3]. В этой работе описывается система Geospace & Media Tool, которая позволяет агрегировать поток новостей. При ее создании приоритетными вопросами была обработка каждой новости только один раз, а также возможность получения результатов кластеризации в любой момент времени, работоспособность без каких-либо предположений о количестве кластеров, динамическая подстройка под материалы новостей.

В указанной работе представлена так же схема ранжирования релевантности слов при кластеризации. При составлении вектора признаков для какого-либо сообщения каждое слово взвешивается

относительно метрики TF-IDF [7]. TF-IDF является методом оценки важности слова относительно всей коллекции документов. Он заключается в взвешивании частоты некоторого слова в документе с помощью обратной частоты документа – числа документов в котором это слово присутствует. Таким образом, уменьшается вес малоинформативных слов, которые встречаются в большом количестве документов – например, служебные слова или связки. Основным алгоритмом кластеризации совпадает с алгоритмами, приведенными в работах [1,3]. Однако в самой схеме кластеризации есть существенные изменения. На каждом шаге рассматриваются не все существующие кластеры, а только аппроксимация k ближайших кластеров. Для ее получения используется алгоритм LSH [3]. Он позволяет получать из фиксированного набора векторов для заданной метрики вероятные наиболее близко расположенные (с наперед заданной верхней границей ошибки) вектора к данному. Эффективные процедуры определены для следующих метрик: коэффициент Жаккарда и расстояние по косинусам. Для увеличения вероятности этот алгоритм используется несколько раз. На основе этого способа составляется таблица наиболее близких точек.

В рамках анализа новостного потока, кроме выделения новых информационных сообщений, важную роль играет разбиение уже существующих новостей по схожим темам. С помощью результатов данного этапа можно выделить как повторяющиеся новостные сообщения, не несущие смысловой нагрузки, так и уточняющие и дополняющие. Информация о том, что данные сообщения относятся к одной теме, используется на этапе частичного семантического анализа для разрешения смысловой омонимии, поскольку уже известно к какой общей теме относятся сообщения.

В отличие от задачи выделения новых информационных сообщений, эта подзадача требует меньшей оперативности решения и решается также с помощью кластеризации [1,8].

Другим способом разбиения сообщений по темам является использование вероятностных методов. В частности, на таких подходах основаны алгоритмы латентного семантического индексирования [8]. Алгоритмы данного типа предполагают, что имеется фиксированное число тем. В ходе работы алгоритма составляется матрица сообщений-на-термы, над которой проводится сингулярное разложение.

В качестве глубокого лингвистического анализа используются алгоритмы синтаксического анализа. Существует два наиболее используемых подхода к построению систем синтаксического анализа. Более традиционным считаются системы на основе правил [9]. Например, такой системой является лингвистический процессор ЭТАП-3 [9]. Правила для таких систем разрабатываются экспертами-лингвистами. Одним из основных недостатков такого подхода является то, что требуется огромный объем работы лингвистов для построения качественной системы.

Принципиально другим подходом к способу получения лингвистической информации является использование машинного обучения [9]. Тогда структура строится на основе закономерностей, выведенных алгоритмом из большого массива данных. Для этого используется корпус — набор текстов с размеченной синтаксической структурой. У этого подхода есть и слабые стороны: необходим большой корпус, для составления которого требуется много человеческих ресурсов; полученная модель может иметь слабую лингвистическую интерпретацию. С другой стороны, алгоритмы на основе машинного обучения работают очень быстро на этапе анализа.

Эффективными алгоритмами синтаксического анализа на основе машинного обучения являются подход на основе максимальных остовных деревьев и на основе системы переходов [9].

Перспективными являются гибридные анализаторы, которые сочетают в себе черты систем на основе правил и машинного обучения. Их основным достоинством является высокая точность построения синтаксических структур, а так же достаточно высокая скорость анализа.

Разработанный подход к кластеризации текста

В качестве алгоритма кластеризации выбран алгоритм пошаговой обработки каждого новостного сообщения, который использован, в том числе, в работах [2,3,4]. Его схема приведена ниже.

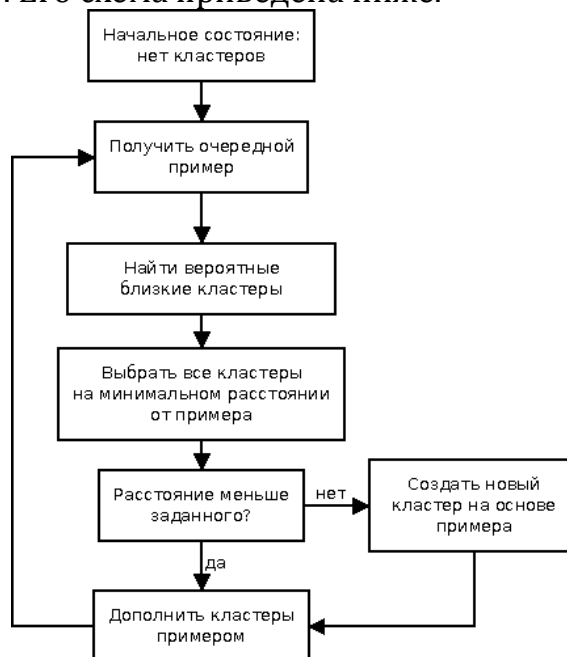


Рис. 1. Алгоритм онлайн кластеризации

Основная идея настоящего исследования состоит в использовании ряда дополнительных характеристик, извлекаемых из текста новостного сообщения с помощью глубокого лингвистического анализа текста.

Основными параметром, для процедуры кластеризации является модель признаков, которая используется для сопоставления

рассматриваемого новостного сообщения и некоторой точки в пространстве R^n . Другим важным параметром является метрика расстояния между сопоставленными точками в пространстве R^n . Основными метриками являются косинусное расстояние, евклидово расстояние, метрики на основе множеств. В настоящей статье, как и в работах [2,3], используется косинусная метрика:

$$d(x, y) = \frac{x \cdot y}{\|x\| \cdot \|y\|}$$

В качестве базовой модели признаков мы использовали основные поверхностные признаки текстовых сообщений, широко используемые в области информационного поиска [7]:

- множество слов, присутствующих в данном сообщении;
- их вес, рассчитанный по методике tf-idf для подколлекций документов за сутки, неделю и месяц;
- дата и время составления новостного сообщения;
- множество слов заголовка новости;
- заголовки редакторских ссылок.

Основное дополнение базовой модели состоит из двух разработанных процедур глубокого анализа текстов на основе синтаксического анализа новостного сообщения. В качестве синтаксического анализатора используется разработанный эффективный гибридный алгоритм [9], сочетающий в себе богатые лингвистические знания, представленные в виде правил с высокой скоростью и робастностью подходов на основе машинного обучения. Результатом синтаксического анализа предложения является дерево синтаксических зависимостей слов, входящих в него. В качестве примера рассмотрим синтаксическую структура предложения: «Истребитель МиГ-29, разработанный в интересах ВВС Индии, 4 февраля совершил первый полет» (рис 2.).

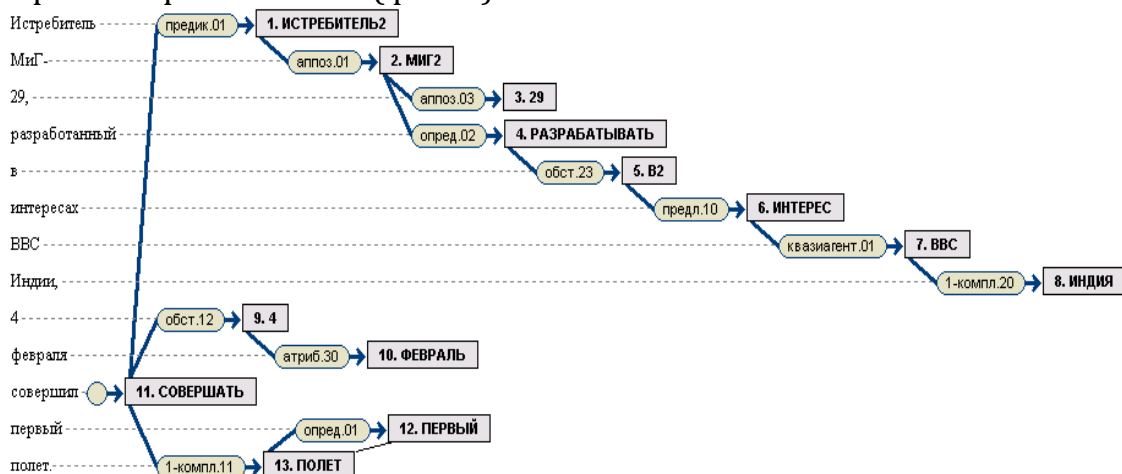


Рис. 2. Синтаксическая структура предложения «Истребитель МиГ-29, разработанный в интересах ВВС Индии, 4 февраля совершил первый полет»

К сожалению, полное представление синтаксического дерева достаточно сложно использовать для алгоритмов кластеризации: дерево синтаксических связей не является сбалансированным. Поэтому для кластеризации были разработаны два представления синтаксической структуры. Первое представление базируется на усеченной синтаксической структуре, включающей в себя только несколько верхних уровней синтаксического дерева. Тогда исходное предложение сократится до следующего: «Истребитель МиГ-29 4 февраля совершил первый полет» (рис 3).

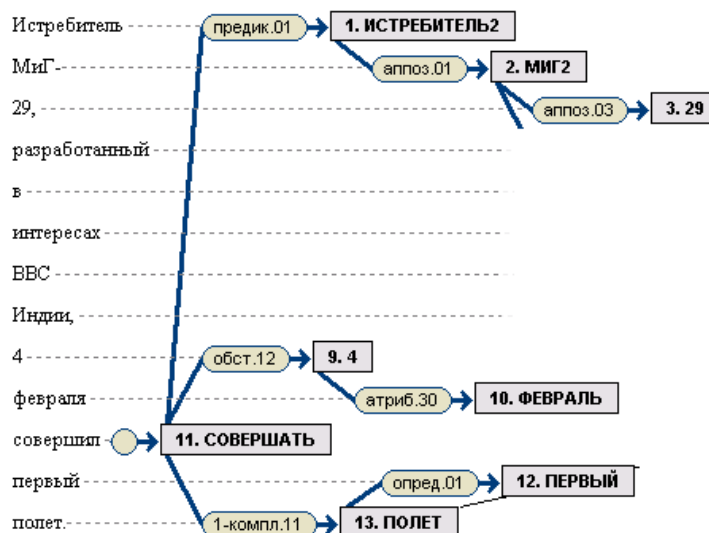


Рис. 3. Базовая синтаксическая структура, используемая для кластеризации новостей

Другим агрегированным представлением синтаксической структуры являются синтаксические группы – последовательности синтаксически связанных слов. Например, из приведенного выше предложения на основе структуры можно выделить следующие группы: «истребитель совершил», «совершил 4 февраля», «совершил первый полет», «истребитель МиГ-29», «истребитель МиГ-29, разработанный в интересах ВВС Индии», «разработанный в интересах ВВС Индии».

Для построения синтаксических групп разработана следующая рекурсивная процедура.

1. Для каждого узла синтаксического дерева:

- Получить все синтаксические группы его потомков.
- Добавить текущий узел в каждую синтаксическую группу его потомков

2. Отсортировать слова синтаксической группы в порядке следования в предложении.

3. Удалить все синтаксические группы короче двух слов.

Если применить эту процедуру ко всем узлам (словам предложения) то в результате будет построен полный набор синтаксических групп заданного предложения.

Таким образом, кластеризация основывается не только на поверхностных и линейных признаках текста, но так же учитывает и глубинные нелинейные, которые плохо охватываются поверхностной моделью признаков. Для представления синтаксических характеристик используются схема троек «источник-отношение-приемник». В качестве «источника» и «приемника» в тройках используются словоформы, части речи и леммы.

Кроме того, для уменьшения ресурсоемкости основного алгоритма используется процедура хеширования [3]. Процедура хеширования используется вместо таблицы соответствия признаков и координат, что позволяет с одной стороны не хранить в памяти такую таблицу, а с другой — гибко управлять размерностью пространства признаков.

Экспериментальные исследования

Для оценки параметров эффективности предложенной модели признаков была проведена серия экспериментов.

Поскольку целевые параметры кластеризации заданы в основном неформально, то для оценки качественных параметров использовался корпус из 2000 новостей, который был вручную размечен на сюжетные кластеры. Корпус составлялся по материалам сайта «Лента.ру». Размеченный корпус содержит около 500 новостных сюжетов.

Для проведения экспериментов использовалась следующая процедура. На материале корпуса без разметки запускался алгоритм кластеризации новостных потоков. Корпус служил синтетическим потоком новостных сообщений. После обработки всего корпуса сравнивались кластеры новостных сообщений, полученных с помощью алгоритма и сюжетные кластеры из разметки, полученные ручным аннотированием.

Оценивались следующие параметры эффективности системы:

Среднюю точность кластеризации, определяемую как:

$$p = \frac{1}{k} \sum \frac{n_c}{n_t},$$

где n_c – число новостей с корректно определенным кластером, n_t общее число новостей в кластере.

Среднюю полноту кластеризации, определяемую как:

$$r = \frac{1}{k} \sum \frac{n_c}{n_g},$$

где n_c – число новостей с корректно определенным кластером, n_g – эталонное число новостей в кластере. Так же оценивалась производительность алгоритма – количество обработанных сообщений в секунду.

Для оценки эффективности разработанной модели признаков использовались три модели:

- Базовая модель на основе поверхностных текстовых признаков.

- Расширенная модель I на основе базовой, дополненная признаками базовой синтаксической структуры.
- Расширенная модель II. Включает в себя признаки расширенной модели, а так же признаки синтаксических групп.

Результаты экспериментов представлены в таблице 1

Табл. 1 Результаты экспериментов

Наборы признаков	Точность, р	Полнота, г	Скорость, сообщений/сек
Базовый	0,78	0,83	4
Расширенный I	0,85	0,87	1
Расширенный II	0,91	0,89	0,3

Из таблицы видно, что использование расширенной модели признаков синтаксическими характеристиками значительно улучшает качество кластеризации, как в оценках точности, так и полноты. Кроме того, использование дополнительных признаков синтаксических групп дополнительно улучшает качество кластеризации. В тоже время, производительность всех моделей достаточна для обработки не менее 20 тыс. сообщений в сутки. Даже самый эффективный по качеству, но медленный по скорости алгоритм – на основе расширенной (II) модели признаков, позволяет обрабатывать около 3х сообщений в секунду, что соответствует более 28 тыс. сообщений в сутки.

Экспериментальные исследования показали, что предложенный алгоритм обладает достаточной производительностью для ежедневной обработки более 20 тыс. сообщений.

Алгоритм спроектирован таким образом, что при необходимости система признаков может быть расширена, что позволяет адаптировать представленный алгоритм для решения других задач.

Литература

1. Shen D., Yang Q., Sun J., Chen Z. Thread Detection in Dynamic Text Message Systems, Proceedings of the 29th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval SIGIR 06, ACM Press, pp. 35-42
2. Beringer J., Hullermeier E. Online Clustering of Parallel Data Streams, Data & Knowledge Engineering 58(2006), Elsevier,180-204.
3. Moerchen F., Brinker K., Neubauer C., Any-Time Clustering of High Frequency News Streams, The Thirteenth ACM SIGKDD Int'l. Conference on Knowledge Discovery and Data Mining: Data Mining Case Studies Workshop (DMCS), ACM Press, 23-31
4. McKeown K., Barzilay R., et al. Tracking and Summarizing News on a Daily Basis with Columbia's Newsblaster, Proceedings of HLT, Morgan-Kaufman, 280-285
5. Feldman R., Sanger J. The Text Mining Handbook, Cambridge University Press, 2007
6. Costa G., Mango G., Ortale R., An incremental clustering scheme for data de-duplication, Data Mining and Knowledge Discovery Volume 20 Issue 1, January 2010, Springer, 152-187
7. Казенников А.О., Трифионов Н.И., Тюрин А.Г., Исследование методов компьютерной лингвистики для задач повышения эффективности информационного поиска. Информатизация образования и науки № 3(7) 2010, 10-20

8. Yao L., Mimno D., McCallum A. Efficient Methods for Topic Model Inference on Streaming Document Collections, Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, 947-956

9. Казенников А.О., Куракин Д.В., Трифонов Н.И. Гибридный алгоритм синтаксического разбора для системы анализа новостных потоков, Информатизация образования и науки № 1(13) 2012, 90-97

Технологии организации хранения открытых связанных данных и использование их в образовании

В управлении информационными активами государственного сектора существует ряд проблем, которые не позволяют эффективно использовать имеющиеся оцифрованные ресурсы, в том числе для целей образования. В частности, многие активы, размещенные на веб-сайтах, приложениях и базах данных трудно использовать в машинно-читаемом режиме, поскольку возникают проблемы с получением необходимых схем, справочников или моделей данных, используемых при создании этих ресурсов.

Решение проблемы прозрачного доступа к информационным активам государственных ведомств позволило бы повысить степень используемости и востребованности данных. Значительная часть государственных данных может быть повторно использована путем публикации в форме открытых для научных и образовательных учреждений данных. Разработка модели хранения данных и опыт ее эксплуатации может стать стандартным вариантом описания данных локальных систем для повышения совместимости систем, что позволит организовать эффективный поиск необходимых данных, хранящихся в локальных системах и репозиториях.

Опыта в описании и представлении информационных ресурсов государственного сектора отдельных государств показывает эффективность публикации данных в открытом доступе. Это способствует повышению качества образования, предприятия малого и среднего бизнеса используют эти данные для представления новых продуктов и сервисов. Одной из наиболее динамично развивающейся технологией является вэб. Рассмотрим возможности вэб технологий для реализации публикации связанных открытых данных.

Архитектура RDF приложения

Для интеграции разнородных приложений в среде вэб используется RDF приложения, работающие с ресурсами, описанными в формате RDF. Особенность RDF приложений заключается в том, что в таких приложениях данные представлены в форме триплетов: субъект - предикат - объект. Поэтому данные из обычного (реляционного) формата представления конвертируются в формат триплетов и размещаются в базе данных, доступной для сервера приложения.

В базу данных триплетов данные попадают из двух источников: путем конвертации данных из реляционных и прочих не RDF форматов и

данные поступающие в систему в формате RDF.

Приложение RDF имеет ряд отличий в архитектуре (рис. 1), которые дают возможность выполнять задачи интеллектуального поиска, интеграции данных, управления контентом и т.д. Архитектура RDF приложения, в отличие от традиционной архитектуры, включает такие элементы как хранилище RDF, где хранятся триплеты, образуемые из словарей и источников данных, семантический анализатор, конвертер в RDF, инструмент запросов.

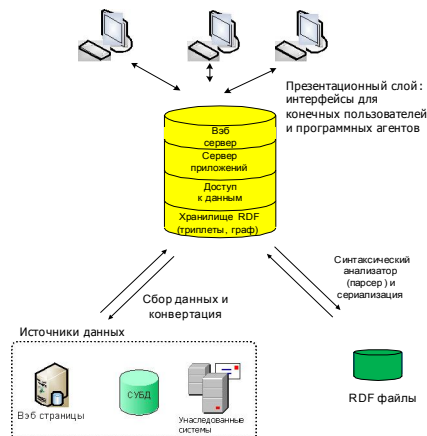


Рисунок 1. Архитектура RDF приложения

Конвертация данных реляционных схем или табличных данных в формат триплетов происходит путем преобразования названия поля в предикат. Для конвертации данных веб страниц в RDF необходимо чтобы веб страницы были оформлены в соответствии с правилами, которые позволят воспринимать структуру страницу в машинно-читаемом формате. Существует несколько вариантов таких правил: Микроформат (microformats), RDFa (W3C), OGP (Facebook) т.д.

Формат RDF является универсальным для представления данных, изначально хранящихся в разных информационных системах. С переходом на формат RDF снимается зависимость от необходимости следовать стандартам отдельных поставщиков реляционных баз данных.

Работа с данными, размещенными в хранилище RDF, осуществляется посредством языка запросов. Работа с базой данных триплетов имеет ряд особенностей по сравнению с реляционной базой данных, поэтому для извлечения данных из хранилища используется модификация SQL, предназначенного для работы с реляционной схемой. Консорциум W3C взял инициативу по стандартизации языка запросов и в результате был создан язык SPARQL. Особенностью этого языка состоит в том, что он ориентирован на работу с предикатами. Подобно тому, как в SQL запросах воспроизводятся связи между таблицами, запросах RDF отражается граф данных.

Построение федерации информационных источников и последующее выполнение запросов к данным, полученным из федерации, позволяет отделить процесс интеграции данных от работы с оперативными данными.

Этот метод интеграции в некоторой степени является аналогом метода ETL, поскольку после загрузки данных из источников они размещаются в хранилище RDF и последующие изменения в источнике никак не отражаются на данных хранилища.

Архитектура приложения RDF является технологической основой для реализации гибкого взаимодействия между системами по обмену данными. Для реализации обмена информацией необходимо определить правила описания участников взаимодействия и состав обмениваемых данных в форме модели данных предметной области. Рассмотрим опыт, накопленный в области создания моделей структуры и моделей поведения для семантического веба. В качестве примера стандартизации описания структуры рассмотрим словарь, используемый в социальных сетях.

Взаимодействие участников, словари FOAF и SIOC.

Для описания данных участников социальных сетей используется онтологическая модель, фиксирующая данные физических лиц, их активность, взаимоотношения с другими людьми и т.д. Наиболее распространенным стандартом описания профилей пользователей социальных сетей является пространство имен FOAF.

Стандарт описания профиля участника социальной сети представляет собой словарь, который специфицирует наиболее важные характеристики деятельности участника социальных сетей. Этот словарь определяет общие характеристики человека, представленные на персональной странице, а также описание связей между участниками знакомых друг с другом.

Документ формата FOAF представляет собой XML документ, оформленный по синтаксическим правилам RDF и OWL. Словарем FOAF задается ряд категорий, которые являются базовыми, такие как foaf:Person, foaf:Document, foaf:Image foaf:mbox. Между отдельными представителями этих категорий может быть установлены несколько специфичных типов отношений, например отношение foaf:depiction устанавливается между изображением и персонами. Используя связи, документ FOAF может дать ответ на вопрос «Кто изображен на этой фотографии». Помимо этого в FOAF используется связь foaf:knows указывающая на знакомство между отдельными участниками. На рисунке 2 представлены основные термины словаря FOAF и связи между ними.

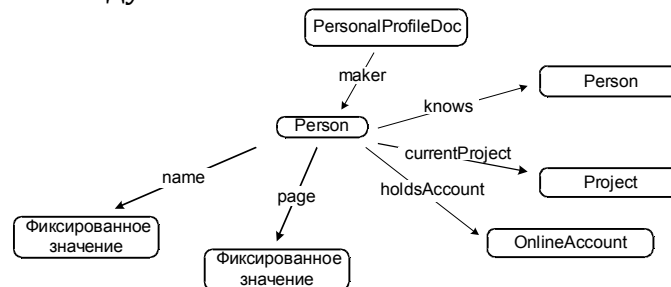


Рисунок 2. Основные классы словаря FOAF и связи между классами
 Источник: (Weitzner D. Kagal L.)

Таким образом, FOAF определяет конструкцию, которая позволяет выполнять ряд задач, характерных для предметной области «социальные сети». Стандартный формат публикации данных позволяет оперировать с распределенными ресурсами как с единой базой данных, выполнять разные категории запросов к имеющимся в интернете ресурсам. Помимо этого проработаны процедуры регулирования прав доступа к информационным ресурсам.

Вторым словарем организации активности в интернет пространстве, ориентированным на расширенное описание участников интернет сообщества с учетом активности в форумах описывает модель [Semantically-Interlinked Online Communities \(SIOC\)](#)²², которая отражает деятельность участников, связанную с публикацией сообщений в форуме, а так же имеет возможность отражать тематическую классификацию отдельных сообщений форума.

Основными классами этой спецификации выступают Форум (Forum), Сообщения форума (Post), Сайт, на котором размещен форум (Site). Тематическая классификация представлена классом Тема (Topic). На рис. 3 приведена схема основных классов SIOC, на которой отражается ролевое управление пользователями, деление пользователей на группы. Форумы и сообщения форумов имеют принадлежность к контейнеру. Помимо контейнеров, все сообщения форума могут быть распределены по тематической классификации (Класс Topic).

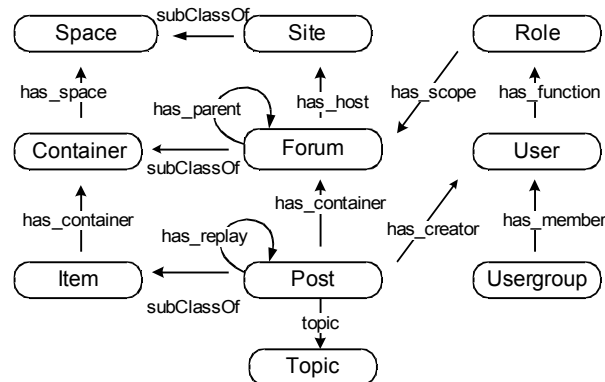


Рисунок 3. Схема связи между отдельными классами словаря SIOC

Модели тезауруса, словарь SKOS

Тематическая классификация получило свое развитие в словаре Система организации элементарных знаний (Simple Knowledge Organisation System, SKOS)²³. SKOS ориентирован на отражение тезаурусов. Под тезаурусом понимается список терминов, выделенных из документов, способных отразить концептуальные моменты предметной области посредством описания элементарных единиц, определенных таким

22 <http://www.w3.org/Submission/2007/02/>

23 <http://www.w3.org/TR/2009/REC-skos-reference-20090818/#vocab>

образом, чтобы избежать двусмысленности. Термины связаны между собой несколькими типами отношений, отражающих иерархические, ассоциативные и эквивалентные взаимосвязи²⁴. Посредством тезауруса можно обеспечить карту того как организована определенная тема путем классификации отдельных терминов темы, относящихся к конкретной предметной области²⁵.

При описании предметной области посредством тезаурусов применяются два основных варианта. Первый заключается в представлении тезауруса в виде набора взаимосвязанных терминов с совокупностью семантических отношений различных типов. Это вариант представления считается классическим, ему следуют стандарты ISO и ANSI / NISO (ISO, 1986) (ISO, 1985), которые описывают тезаурус как набор терминов, связанных с иерархическими отношениями, ассоциативными связями и отношениями эквивалентности.

Второй вариант представляет тезаурус как совокупность концепций, имеющих семантические отношения. Термины в этом случае отражаются в виде конструкции, в которой концепции связаны с лексическими этикетками (label) с помощью лексических отношений.

Второй вариант моделирования тезауруса с использованием концепций и лексического отражения. Это дает возможность использовать два типа связей: связи между концепциями отражают более важные с содержательной точки зрения связи - иерархические и ассоциативные, а на втором уровне устанавливаются связи между терминами, отражающие использование и обозначение этого термина в конкретной ситуации – сокращения, форма общепонятного использования, термины технического языка и т.д.

Тезаурус на основе терминов позволяет представить сложные понятийные схемы близко к традиционной модели, как это используется в естественном языке. Тезаурус на основе концепции позволяет более точно описать информационную структуру, хотя они изначально не являются интуитивно понятными (рис.4).

Наличие лексического уровня позволяет достаточно просто решить проблему отражения концепции на разных языках, когда в соответствие одной концепции ставится несколько терминов, отражающих это понятие на конкретном языке.

Концепция представляет собой идею, понятие или единицу мысли, которая является абстрактным объектом, не зависящим от терминов,

24 Wersig, G. (1971). *Das Krankenhaus-Informationssystem (KIS): Überlegungen zu Strukturen und Realisierungsmöglichkeiten Integrierter Krankenhaus-Informationssysteme*. [Информационные системы здравоохранения: соображения о структуре и возможности реализации интегрированных информационных систем здравоохранения.] Munich-Pullach, Germany: Verlag Dokumentation.

25 [Francisco Javier Martínez Mendez](#) and [José Vicente Rodríguez-Muñoz](#). Advantages of thesaurus representation using the Simple Knowledge Organization System (SKOS) compared with proposed alternatives [Juan-Antonio Pastor-Sanchez](#), . <http://informationr.net/ir/14-4/paper422>.

которые могут использоваться для его обозначения. Уникальность концепции определяется URI, что позволяет повторно использовать и организовывать ссылки. Концепции могут быть связаны с концептуальными схемами (Concept Scheme) - совокупностью одного или нескольких SKOS понятий. Схема может иметь одну или несколько концепций более высокого порядка, которые возглавляют иерархическую структуру. Концепции являются начальным пунктом для поиска и решения навигационных задач пользователей. Основные термины словаря SKOS приведены на рис.5.

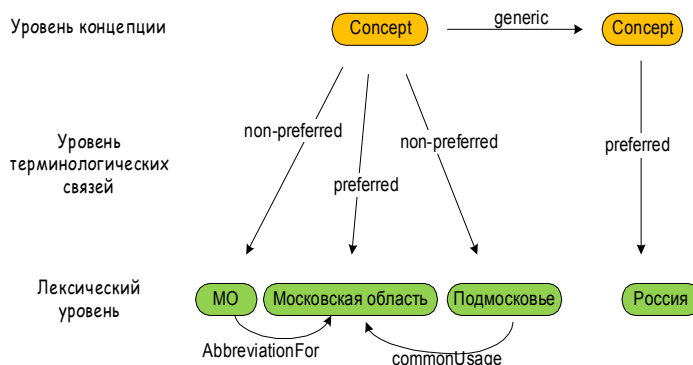


Рисунок 4. Уровень концепции и лексический уровень в модели тезауруса SKOS

Названия, представленные в виде выражений естественного языка, отражаются посредством класса Метки (Lexical Labels). В SKOS метки могут быть предпочтительными, альтернативными или скрытыми (preferred, hidden, alt). Метки могут быть связаны между собой, а также иметь связи с ресурсами концепциями, схемами и коллекциями.

Между концепциями устанавливаются семантические отношения, посредством которых передается присущий предметной области смысл. В модели SKOS различается два основных типа отношений: иерархические и ассоциативные. Иерархическое отношение между двумя концепциями указывает, что один является более общим по отношению к другому. Ассоциативные отношения показывают на наличие какой либо связи между двумя понятиями, при этом связь не отражает присутствие более общего или конкретного в смысле понятий.

Полное информационное представление в машинно-читаемом формате предполагает широкий спектр позиций, описывающих концепцию на разных языках, снабженных нотациями. На рис. 6 видно, что концепция с URI http://zbw.eu/beta/external_identifiers/jel#A2 связана набором меток (labels) из двух словарей skos и rdfs: rdfs:label, skos:altLabel, skos:prefLabel. Концепции связаны между собой отношениями, выстраивающими иерархию (skos:narrower), что отражает детализацию следующего уровня.

Нотации дают возможность отобразить термин в более компактном виде, используя систему индексирования, присваивания числовых кодов. Это позволяет более компактно отображать концепцию при кодировании,

например в кодификаторе JEL для обозначения образование в области экономики обозначается A2.

Элементы документирования (Documentation properties) позволяют отразить неформализуемые элементы предметной области. Это реализуется путем описания концепций, отношений, наименований и прочих элементов. Описание может быть выполнено в форме развернутого определения термина, публикации заметок, примеров, редакторских замечаний, описания рамок использования заметок и т.д.

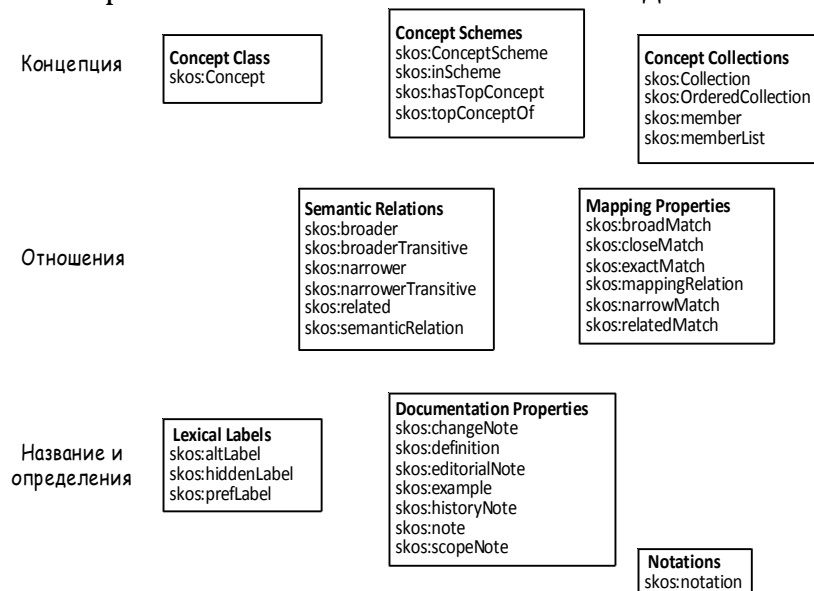


Рисунок 5. Термины словаря модели тезауруса SKOS

Концепции могут быть объединены в коллекции (Concept Collection, рис. 5), что позволяет выстраивать дополнительные семантические связи не только путем иерархии и ассоциаций, но и построением коллекции. У коллекции есть список участников коллекции, может быть определен порядок сортировки в списке участников. Одни и те же концепции могут быть задействованы в различных концептуальных схемах, что позволяет их повторное использование. При повторном использовании концепций у них могут возникать дополнительные функциональные возможности.

SKOS предоставляет возможность сопоставление функциональных возможностей концепций, включенных в различные концептуальные схемы посредством класса Mapping Properties. Это позволяет установить тип соответствия между понятиями, задействованными в разных коллекциях. Вариантами могут быть точное соответствие между этими двумя понятиями (exactMatch). Этот тип соответствия дает основание на детализацию, путем установления иерархической связи (более общее или конкретное представление) или может быть установлено соответствие типа ассоциация.

Таким образом, словарь SKOS представляет набор инструментов для гибкого описания предметной области с помощью тезауруса. Элементы словаря SKOS могут быть использованы в сочетании с другими элементами,

например с элементами Дублинского ядра Dublin Core

Основное применение словари SKOS находят в системах управления тезаурусами или приложениях для индексирования документов. Тезаурус, или любой другая схема классификации не включает утверждения, а перечисляют и описывают идею или смысл предметной области в форме понятиями. Эти понятия могут быть организованы в структуры, которые не имеют формальной семантики и не могут рассматриваться в качестве аксиом или фактов.

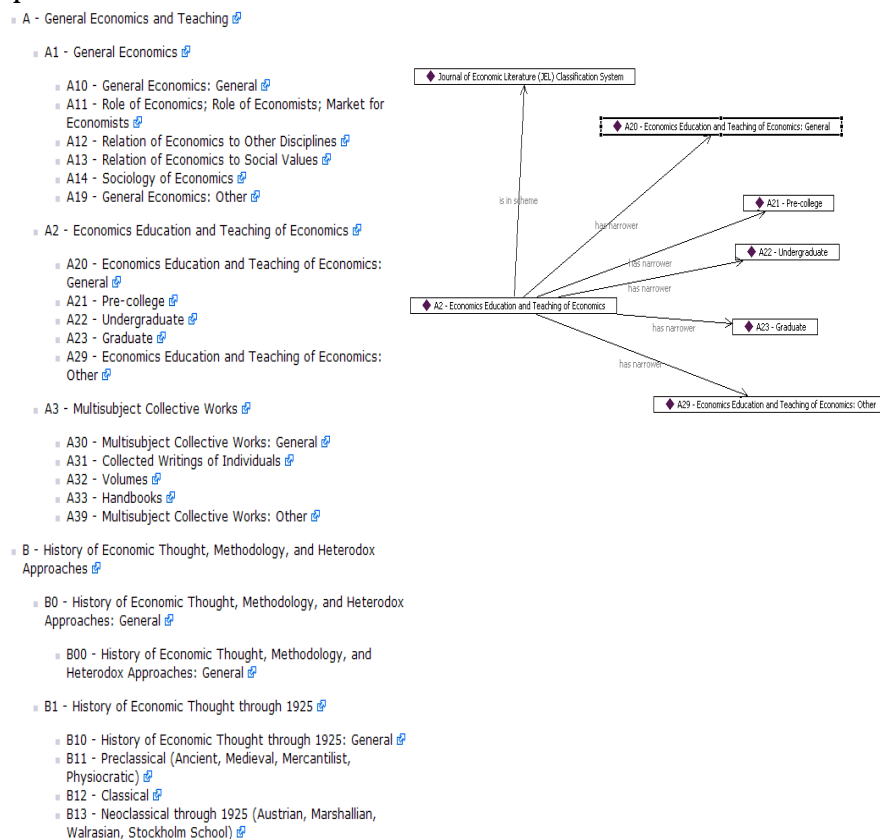


Рисунок 6. Представление кодификатора JEL в виде иерархии и графа SKOS

Знания предметной области, описанные в виде формальной онтологии выражается в виде набора аксиом и фактов. Построение онтологии предметной области и применение ее к тезаурусам это непростой процесс, поскольку при разработке тезаурусов ставилась задача создать инструмент для навигации и поиска информации, которая не предполагала создание без формальной семантики. Формат представления данных с использование словаря SKOS позволяет смоделировать тезаурус, а инструментом для формулирования аксиом и обработки данных является язык OWL, т.е. построения онтологии нужно применять язык OWL, который предполагает выполнение операций над данными.

Словарь SKOS использовался для классификации основных направлений деятельности Евросоюза и Европарламента в проекте Евросоюза по формированию тезауруса (Multilingual Thesaurus of the

European Union)²⁶. Тезаурус содержит термины на 22 языках Евросоюза. Использование стандарта SKOS позволяет представить документы в машинно-читаемом формате, что облегчает публикацию документов и обмен ими через Интернет.

Связанные данные, словарь DCAT

Особую значимость в области государственного управления имеют связанные данные, поскольку разные ведомства оперируют с одними и теми же объектами, совершая с ними разного рода операции. Создание и использование инструмента, который бы позволял организовать связывание наборов транзакций, относящихся к одному и тому же объекту, способно серьезно повысить эффективность информационного обмена.

Если касаться технической стороны вопроса, то связывание данных осуществляется на основе URI: определяется ресурс, на котором будет размещаться информация относительно термина или объекта и присваивается URI (Uniform Resource Identifier). Для каждого термина контролируемого словаря и объекта определяется URI на основе протокола http. Это означает, что когда кто-то встречает объект или термин с таким URI, он может посмотреть описание этого объекта или значение термина, набрав URI в адресной строке своего браузера. Такой формат представления данных позволяет понять значение этих данных как пользователю, так и программному агенту.

Например, присвоив уникальный URI определенной компании можно получить последовательность отдельных этапов жизненного цикла: регистрация, собрания акционеров, получение лицензий, приобретение производственных мощностей, деятельность на отдельных секторах рынка, финансовую отчетность по периодам. Получив эти данные, портал открытых данных представляет их в формате триплетов и дает возможность пользователям формировать запросы с помощью SPARQL.

Для публикации связанных открытых данных W3C Консорциум сертифицировал словарь Data Catalog Vocabulary (DCAT), разработанный для стандартизации взаимодействия между каталогами данных, опубликованных в вэб (<http://www.w3.org/ns/dcat#>) DCAT. При публикации наборов данных с использованием словаря DCAT повышается возможность приложений по нахождению наборов данных и использованию метаданных для множества каталогов. Это позволит задействовать распределенные каталоги данных и реализовать федеративную систему поиска.

Словарь DCAT (рис.8) использует ряд терминов из других словарей в частности [Dublin Core](http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/) (DC) (<http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>), и FOAF, SKOS (<http://xmlns.com/foaf/0.1/>). Принципиальным нововведением словаря DCAT является класс Набор данных (dcat:Dataset). Набор данных состоит из записей (Record). Наборы данных категоризованы в каталоги,

²⁶ <http://eurovoc.europa.eu/drupal/?q=navigation&cl=en>

для описания которых используются термины словаря SKOS.

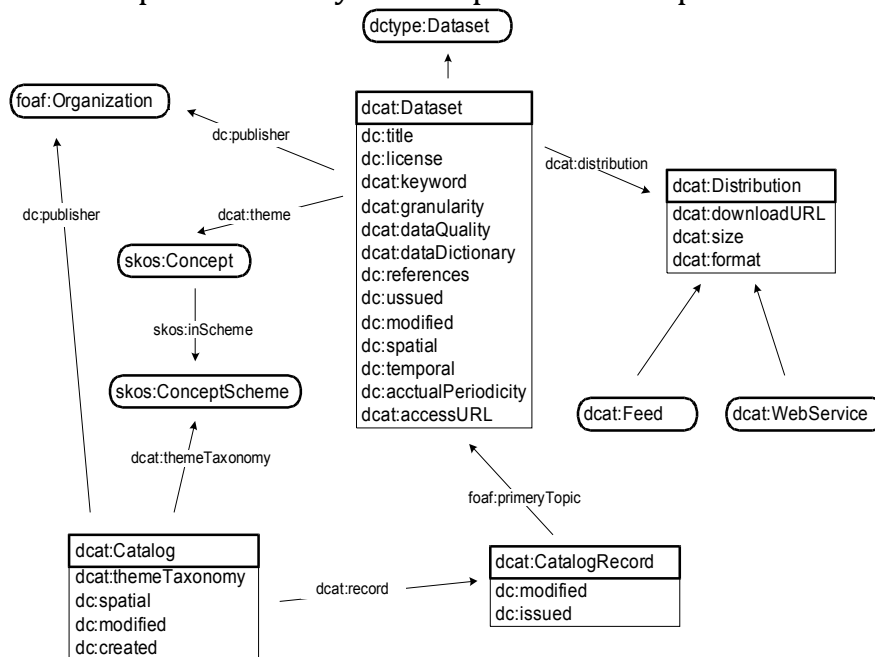


Рисунок 8. Основные классы, их свойства и отношения между классами словаря DCAT

Открытые связанные данные публикуются для предоставления пользователям доступа к данным без получения дополнительных разрешений. Доступ к данным осуществляется посредством класса `dcat:Distribution`. Доступ может быть предоставлен через подписку (`dcat:Feed`) или через программный интерфейс (`dcat:WebService`).

Ряд стран ведут активную деятельность по публикации открытых данных: США (<http://data.gov>), Великобритания (<http://data.gov.uk>), Евросоюз (<http://lod2.eu>).

Предварительным этапом работы по публикации открытых данных является создание стандартных идентификаторов в формате URI для всех базовых объектов, информация о которых будет размещаться в интернете. Через эти этапы прошли правительства Великобритании, США, выполнив большую работу по созданию стандартных идентификаторов, для таких сущностей, как школы и дороги, государственные органы и их функции и т.д. Эта дает возможность многим государственным организациям публиковать данные не только федерального уровня, но на уровне городов, штатов, провинций, уездов, и т.д.

Ряд неправительственных организаций, в частности, Мировой банк и отдельные департаменты ООН публикуют свои данные в формате RDF. По состоянию на конец 2010 года Соединенные Штаты и Великобритания были единственными, кто публиковал данные в формате RDF.

Литература

1. Cyganiak, R. (12 04 2011 г.). State of play in linked open data . Получено 15 06 2011 г., из http://www.slideshare.net/init_brussels/cyganiakrichardstateofplaylod

- data.gov. (10 2011 г.). Semantic Catalog (RDF). Получено 12 2011 г., из <http://www.data.gov/semantic/data/alpha>
2. Florian Bauer, & Kaltenböck, M. (2012). Linked Open Data: The Essentials A Quick Start Guide for Decision Makers. Получено из www.semantic-web.at/LOD-TheEssentials.pdf
3. Francisco Javier , Martínez Mendez, & José Vicente . (05 2012 г.). Advantages of thesaurus representation using the Simple Knowledge Organization System (SKOS) compared with proposed alternatives Juan-Antonio Pastor-Sanchez. Получено 05 2012 г., из <http://informationr.net/ir/14-4/paper422>.
4. ISO . (1985). ISO 5964:1986 Guidelines for the establishment and development of multilingual thesauri.
5. ISO . (1986). ISO 2788:1986 Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri.
6. W3C. (2011). Data Catalog Vocabulary project. Получено из http://www.w3.org/egov/wiki/Data_Catalog_Vocabulary
7. W3C. (2011a). Data Catalog Vocabulary project. Получено из <http://www.w3.org/TR/vocab-dcat/>
8. Weitzner D. Kagal L., B.-L. T. (б.д.). Promoting Interoperability between Heterogeneous Policy Domains . Получено из DIG: [http://dig.csail.mit.edu/2006/Talks/1017-w3cws-rein/#\(1\)](http://dig.csail.mit.edu/2006/Talks/1017-w3cws-rein/#(1))

Любецкий В.А.

Институт проблем передачи информации РАН,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
заведующий лабораторией, профессор
lyubetsk@iitp.ru

Компьютерное моделирование в задачах регуляции работы генов и эволюции организмов

Аннотация

В докладе предполагается очертить контуры учебного курса «Модели и алгоритмы в биоинформатике», а также сформулировать и описать научные результаты по высоко актуальным проблемам математической биологии и биоинформатики. Доклад знакомит с тематикой одной из лабораторий Института проблем передачи информации РАН.

Введение

Сравнительно недавно Высшая аттестационная комиссия Министерства образования и науки РФ открыла специальность 03.01.09 «Математическая биология, биоинформатика», по которой можно получить степени физико-математические, биологические и медицинские; и также – родственную специальность 03.01.08 «Биоинженерия», по которой можно получить степени биологические, химические, физико-математические. В решении проблем этой области огромное, часто решающее значение имеют хорошие алгоритмы, хорошие компьютерные программы для многопроцессорных вычислительных устройств и умелый счет по этим программам, так как объемы данных, вовлекаемых соответствующими моделями, находятся на пределе суперкомпьютерных возможностей. Подбор, хранение и сортировка данных в этой области, создание соответствующих баз данных, иногда узко специализированных, также представляют собой нетривиальные задачи.

В мире исследования в области математической биологии и биоинформатики занимают ведущее место, прежде всего, в связи с огромным спектром приложений, непосредственно связанных с человеком и его текущей жизнедеятельностью. Это, в частности, – медицина, фармакология, парфюмерия, пищевая промышленность, ветеринария, очистка среды от любых загрязнений (тяжелыми металлами, радиоактивными изотопами и т.д.).

Трудно переоценить и фундаментальную роль этих исследований. Общая тенденция естественных наук состоит в точном описании происходящих в природе процессов, в создании точно сформулированных теоретических моделей этих процессов. Такое описание должно быть «точно сформулированным», математическим. Биология, которая стоит за

этой специальностью, в значительной мере, – молекулярная биология, биология процессов, происходящих в клетке или между клетками, процессов, связанных с рождением, распадом, преобразованием, воздействием друг на друга биологических молекул (прежде всего, нуклеиновых кислот и белков). В последние десятилетия появились огромные базы данных геномной информации, одна из самых известных – GenBank, [1].

Молекула ДНК, по современным представлениям полный источник жизни, это – просто последовательность в 4х буквенном алфавите с типичной длиной около 3 миллионов букв у одноклеточных организмов (бактерий) и 3 миллиардов букв у многоклеточных организмов (животных). В упомянутой базе данных собрано огромное количество таких последовательностей. Их можно сравнивать между собой и, тем самым, извлекать новое биологическое знание не из эксперимента в традиционном смысле (как говорят, «мокрого опыта», «опыта в пробирке»), а из «компьютерного опыта». Компьютерный сравнительный анализ последовательностей из GenBank и других баз данных уже привел ко многим биологическим открытиям в области функционирования и эволюции клетки.

В последние годы сделан следующий шаг. Появились математические и компьютерные модели функционирования клетки и эволюции организма. Эти модели носят механистический характер, так как подлинная физика поведения биологических молекул описывается по современным представлениям квантовой теорией, слишком сложной для получения реальных решений. Однако и эти модели в основном не допускают пока строго математического решения, их исследование, предсказание на их основе биологических феноменов осуществляются с помощью моделирования, которое также требует многих часов и иногда многих суток работы суперкомпьютера. Мы обычно используем кластер MVS-100K в МСЦ РАН, [2], с использованием 2048 процессоров.

Заметим, что компьютерным моделирование в этой области приобрело нетривиальный характер также только в последние годы.

Мы приведем несколько примеров таких моделей, которые безусловно содержательно описывают биологические явления.

Проблемы и некоторые результаты моделирования

1. Классификация белков

Дано множество всех пластомных белков, например, из водорослей или, более обычно, из группы родственных водорослей. Найти кластеризацию (т.е. разбиение этого множества белков на попарно не пересекающиеся подмножества), так чтобы в один кластер попали «родственные» белки и только они. Образно говоря, «родственными» называют «один и тот же» белок, «две копии» одного белка, находящиеся в пластидах одного или разных видов. Эти кавычки поясняют еще так: эти белки «мало отличаются», как две последовательности, выполняют «одну и

ту же функцию» в клетке, имеют «общее происхождение» от некоторого предкового белка. Такие белки называют гомологичными (или: ортологичными). Итак, задача состоит в нахождении кластеров (семейств) гомологичных белков. Разумеется, кластеризация и различные алгоритмы для ее выполнения давно и широко используются, но эта задача далека от окончательного решения.

Нами предложен удивительно простой алгоритм для нахождения упомянутых кластеров, результаты алгоритма хорошо согласуются с биологическими наблюдениями. Математически говоря, набор семейств гомологичных белков можно определить как результат работы этого алгоритма; и это – типичная цель любой модели.

Эффективная суперкомпьютерная реализация этого и других упоминаемых ниже алгоритмов остается актуальной задачей.

2. Конкурирующие процессы связывания и движения (конкуренция РНК-полимераз)

Дана последовательность в 4-х буквенном алфавите, на которой отмечены направленные участки двух типов: одни называются генами, другие промоторами. Геометрия расположения генов и промоторов может быть произвольной, но она фиксирована. С каждым промотором, если он свободен, связывается молекулярная машина («полимераза») одного из фиксированного конечного числа типов. Полимераза имеет фиксированную длину и движется по направлению промотора, вообще говоря, вдоль всей последовательности. Таким образом, много разных полимераз одновременно связываются с последовательностью и движутся по ней, каждая в своем направлении (из двух возможных). Промотор «свободен» в данный момент, если в его пределах не находится никакой части никакой полимеразы. Ген «считывается», если некоторая полимераза прошла по его направлению от его начала до его конца. Частота считывания гена называется его «уровнем транскрипции». Каждый промотор для каждого типа полимераз характеризуется своей интенсивностью попыток связывания с ним полимераз этого типа. Можно считать, что концентрация любого типа полимераз достаточная, т.е. интенсивность отражает только качество самого промотора для данного типа полимераз. Попытка считается осуществленной, если промотор свободен в момент ее реализации. Для части типов после связывания происходит «абортный» процесс, состоящий в чередовании движения с конечной скоростью по направлению промотора на случайное расстояние и в мгновенном возвращении в исходное положение. Такие односторонние колебания продолжаются случайное число раз до тех пор, пока полимераза не отойдет на критическое расстояние от промотора. В этот момент полимераза отрывается от промотора и ее длина мгновенно уменьшается на известную величину, и движение в том же направлении продолжается. Для оставшихся типов абортный процесс отсутствует, движение начинается сразу после связывания, длина полимеразы не меняется.

Допустимо, что попытки образуют пуассоновский процесс, а полимеразы движется детерминировано с фиксированной скоростью, своей для каждого типа, вплоть до столкновения с другой полимеразой. После столкновения двух полимераз, движущихся друг за другом в одном направлении, скорость первой не меняется, а скорость второй ограничивается скоростью первой до тех пор, пока первая связана с последовательностью («элонгирует»). В случае встречного движения обе полимеразы покидают последовательность («терминируют»). Здесь биологический интерес представляют многие задачи, например: даны интенсивности попыток связывания всех промоторов, найти уровни транскрипции всех генов. Обратная задача: даны уровни транскрипции всех генов, найти интенсивности попыток связывания, которые приводят к наилучшему приближению этих уровней. Еще задача: даны простые законы изменения во времени уровней транскрипции генов и скоростей всех полимераз (в ситуации значительного изменения температуры), найти в том же смысле интенсивности попыток связывания. Большие проблемы возникают, если отказаться от предположения о детерминированном характере движения полимераз, что биологически более адекватно. Стохастическое движение полимераз строго описано нами, но получается слишком сложная задача даже для моделирования. Предложенное нами компьютерное решение доступно по адресу [3]. Простой случай, хотя биологически мало интересный, возникает, если предположить отсутствие abortивного процесса, равенство между собой всех скоростей полимераз и нулевые размеры всех промоторов и полимераз. Тогда задача сводится к специальному случаю теории встречных потоков с аннигиляцией. Дополнительные трудности возникают, если вместо последовательности рассматривается замкнутая («кольцевая») последовательность (т.е. ее буквы как бы равномерно расположены по некоторой окружности). Например, конкуренция на кольцевой последовательности с длиной в 17 тысяч букв (митохондриальный геном человека). В нем присутствуют полимеразы только одного типа, а три промотора расположены вблизи следующих позиций: 407 против часовой стрелки, 561 и 646 по часовой стрелке. Abortивные процессы отсутствуют. Сначала полимеразы не проходят полный круг, встречные потоки полимераз с трех промоторов сталкиваются и срываются. Поэтому дальние от промоторов гены имеют почти нулевые уровни транскрипции, что не соответствует биологической реальности. Это состояние кажется неустойчивым: в какой-то момент число связываний с одним из промоторов оказывается больше (на 10-20 полимераз), эти «лишние» полимеразы не аннигилируют, проходят полный круг и, в том числе, свой промотор. Последнее создает эффект роста интенсивности связывания с этого промотора, благодаря чему происходит рост числа «круговых» полимераз в одном направлении. Если случайно в достаточной мере возрастет число связываний с другого промотора, то направление процесса может поменяться. Направление редко меняется

несколько раз. Быстро устанавливается преобладающее направление потока полимераз. Как только число «круговых» полимераз в одном направлении превзойдет некоторый порог, интенсивность эффективного связывания с одним из промоторов и уровень транскрипции соответствующих генов будет постоянно увеличиваться. И так вплоть до заполнения полимеразми всей последовательности (с промежутками менее, чем длина полимеразы). Задача: описать эти режимы и бифуркации. Обычно на окружности в определенных местах имеются ещё «протекающие терминаторы». Это – сайты, которые в каждом из направлений пропускают только свою в среднем фиксированную долю полимераз. При мутациях, разрушающих эти сайты, возникают тяжелые заболевания. Какова динамика процесса в этом случае? Здесь геометрия расположения может быть также весьма разной. Такие протекающие промоторы присутствуют и в случае геометрии линейной последовательности. Кроме того, имеется конкуренция другого сорта: если два промотора перекрываются или очень близко расположены, то экспериментально установлено, что полимеразы, пытающиеся связаться с ними, мешают друг другу за счет диффузии в трехмерной окрестности этих промоторов. Здесь много и конкретных вопросов. Например, каковы средняя длина пройденного полимеразой участка и асимптотическое распределение этих длин.

3. Согласование набора деревьев (результат согласования – дерево видов)

Хотя каждый ген вместе с его регуляторной системой развивается внутри вида, эволюция гена, системы и эволюция вида, как правило, далеки друг от друга. Фундаментальная задача состоит в переходе здесь к непрерывному времени и к среде из генов, систем и видов. Мы рассмотрим более обычный подход: гены вместе с их системами эволюционируют в дискретном времени, как бы независимо друг от друга, а потом их нужно согласовать между собой относительно эволюции вида. Эволюция каждого элемента (гена, системы, гена-системы, вида) описывается своим деревом. Пусть эволюция гена задается деревом G_i («деревом гена»). Дан набор генов и соответствующих деревьев $\{G_i\}$. Найти дерево S («дерево вида»), которое в среднем наиболее близко к набору $\{G_i\}$. Программа решения этой задачи такова: каждому G_i сопоставить степень $c(G_i, S)$ отличия G_i от неизвестного S , а затем минимизировать функционал $c(\{G_i\}, S) = \sum_i c(G_i, S)$ по переменной S . Определить $c(G_i, S)$ как число отличий в эволюционном развитии гена от эволюционного развития вида. Для этого нужно определить список эволюционных событий и сопоставить дискретное время, текущее по дереву G_i , с дискретным временем, текущим по дереву S . Последнее требует определить отображение вершин из G_i в вершины и ребра из S (получается «сценарий эволюции» гена G_i вдоль дерева видов S). Нами предложены решения этих задач, причем алгоритмами не более, чем кубической (т.е. очень низкой) сложности, которые доступны по адресу <http://lab6.iitp.ru/ru/super3gl/>. В них неизвестное дерево видов S вместе со

сценариями эволюции генов строится индуктивно по мере возрастания мощности множества V листьев в S . А именно, на каждом шаге уже известны деревья S_1 (с множеством V_1 листьев) и S_2 (с множеством V_2 листьев) и соответствующие им наборы сценариев f_1 и f_2 . Эти деревья склеиваются в одно большее дерево S_1+S_2 с объединенными сценариями f_1+f_2 так, чтобы степень $c(\{G_i\}, S_1+S_2)$ была минимальной относительно всевозможных разбиений V на две части V_1 и V_2 . На той же идее основано построение сценария эволюции гена вдоль известного дерева S : роль меньших деревьев играют два поддеревья в S . Эти поддеревья должны иметь корни, находящиеся в одном временном слое. Мы предложили алгоритм, который разбивает множество ребер в S на временные слои, так что между ребрами из одного слоя возможны одномоментные события. Однако остается проблема обоснования такого разбиения.

4. Реконструкция вторичной структуры вдоль дерева (на примере реконструкции аттенюаторной регуляции)

Нам нужны представления о первичных и вторичных структурах, об аттенюаторной регуляции. Некоторые регуляторные участки («первичные структуры»), будучи скопированы (т.е. оторваны от целого генома) образуют еще и «вторичные структуры» (ВС); каждая ВС состоит в спаривании букв A с T и G с C (водородной связью пар и специальной связью соседних пар). Биологические ВС содержат в той или иной комбинации до тысячи и более спиралей. Такое спаривание происходит участками («плечами») некоторой длины. Спираль состоит из нескольких «гипоспиралей» – связанных спаренных участков: два максимально продолженных без разрывов плеча, соединенные своей петлей. Перед определенными генами важны вторичные структуры только определенного типа. Один из типов называется аттенюаторной регуляцией, ее существенная часть – пара альтернативных спиралей. Итак, дано дерево S (видов или белковых регуляторов) и каждому его листу приписана первичная структура. В ряде случаев из экспериментальных данных известны вторичные структуры, образующиеся в этих первичных структурах. Однако эти вторичные структуры не даны в задаче и далеко не всегда известны, их нахождение – цель задачи. Когда они известны, то используются для независимого контроля решения. Нужно найти соответствующее эволюции распределение (конфигурацию) структур: первичных во внутренних вершинах дерева S и вторичных во всех его вершинах. Наше решение основано на гиббсовском подходе с функционалом энергии $H(\sigma)$, глобальные минимумы которого должны описывать варианты искомой конфигурации σ' . Точки σ' глобального минимума находятся методом аннилинга на основе стохастической динамики Метрополиса-Хастингса. Сам функционал $H(\sigma)$ является суммой трех слагаемых. Первое слагаемое отражает энергию парного взаимодействия двух первичных структур на концах каждого из ребер в дереве S . Точнее, оно отражает стандартную динамику первичной

структуры: вероятности замен букв согласно фиксированной матрице замен и вероятности вставок/стираний какого-то слова произвольной длины в произвольной позиции первичной структуры. Для каждой позиции скорость эволюции в ней определяется на основе гамма-распределения. Второе слагаемое отражает консервативность вторичной структуры вдоль каждого ребра и даже вдоль целых путей в дереве S с помощью сложного потенциала нелокального взаимодействия. Третье слагаемое отражает присутствие других элементов рассматриваемой регуляции (например, гена «лидерного пептида»). Первое и второе слагаемые требуют парного выравнивания: соответственно первичных и вторичных структур на концах ребра. Для этого мы развили процедуру выравнивания вторичных структур у двух первичных структур. Алгоритм аннилинга реализуется как неоднородная марковская цепь, переходные вероятности которой зависят от текущей конфигурации $\sigma(n)$ и параметра β_n , характеризующего условную температуру системы. Пусть последовательность конфигураций $\sigma(n)$ начинается с любой $\sigma(0)$ и β_n стремится к бесконечности так, что $\lim(\log(n/\beta_n))$. Тогда доказано, что $\sigma(n)$ сходится по вероятности к одной из минимальных конфигураций σ' ; так описывается всё их множество [4].

5. Конкуренция двух процессов (транскрипции и трансляции – аттенуаторная регуляция)

Еще об аттенуаторной регуляции. По последовательности друг за другом движутся две молекулярные машины, одна – полимеразы, другая называется рибосомой. Рибосома связывается со своим сайтом (аналогом промотора) перед специальным геном (геном «лидерного пептида») после того, как полимеразы уже связалась со своим промотором и ушла вперед на некоторое расстояние. Если рибосома догоняет полимеразу, то рибосома снижает скорость и движется вслед за полимеразой, не влияя на нее. Скорость рибосомы по определенному закону $v(c)$ зависит от концентрации c некоторого вещества (аминокислоты), не превосходя 45 букв/сек. На участке последовательности между полимеразой и рибосомой формируется вторичная структура (ВС) ω с наименьшей энергией среди всех возможных, которая по определенному закону снижает скорость $v(\omega)$ полимеразы. При отсутствии ВС ее скорость 42 букв/сек. Если в какой-то момент пониженная скорость полимеразы сочетается с ее нахождением на участке, имеющем много букв T (тогда связь полимеразы с последовательностью слабеет), то эта связь разрывается, и полимеразы покидает последовательность («терминация транскрипции»). Дана последовательность, по которой таким образом движутся полимеразы и за ней рибосома. Найти зависимость $p(c)$ частоты терминации транскрипции от величины c . Обычно $v(c)$ определяется по закону Микаэлиса-Ментен, вопрос о выборе $v(\omega)$ гораздо более сложный. Предложенное нами компьютерное решение доступно по адресу [5]. Эта задача включает два вопроса, имеющих большое самостоятельное значение. По первому из них мало, что известно: как

определить силу сцепления молекулярной машины (полимеразы, рибосомы и т.п.) с последовательностью, по которой она движется; каково влияние ВС на силу сцепления. Замечено, что эта сила убывает с уменьшением скорости движения полимеразы. Тогда: как ВС уменьшает скорость движения и как уменьшение скорости уменьшает силу. Напротив, по второму вопросу имеется много эмпирических исследований, но отсутствует теория. Как классифицировать ВС, биологически наблюдаются очень сложные ВС с множеством псевдоузлов; как приписать энергию данной ВС. Мало, что известно о классификации псевдоузлов и о декомпозиции ВС на какие-то элементарные ВС. Рассмотрим простейший случай, когда ВС состоит из одной спирали. Напомним: спираль состоит из нескольких гипоспиралей. Мы приписывали спирали энергию по формулам: для энергии связи равную $\frac{1}{RT} \cdot \sum_i E_i$ и для энергии петель равную $\sum_i \left(1.77 \cdot \ln(l_i + 1) + b + \frac{C}{l_i} \right)$, где i пробегает все гипоспирали у спирали и E_i – энергия i -й гипоспирали, вычисляемая по таблицам водородной связи и связи соседних пар (стекинга); l_i – длина петли у i -й гипоспирали, а B и C – некоторые константы. Следующая трудная проблема: пространство всех ВС слишком велико, желательно разбить его на кластеры («макросостояния») и уже кластеру приписывать энергию. Это разбиение должно быть эффективным и в этой связи поступают следующим образом. Диаграмма – это скобочная структура, в которой каждая пара скобок соответствует гипоспирали и помечена номером соответствующей спирали. Скобочная структура понимается так: последовательная пара пар скобок $()_1 ()_2 \dots$ соответствует последовательно расположенным гипоспиралам; расположение первой гипоспирали в петле второй гипоспирали представляется вложенной парой пар скобок $((\dots)_1)_2$. Так могут быть описаны и простые псевдоузлы: $(_1)_2)_1$. Макросостояние – это множество всех ВС (которые соответствуют «микросостояниям»), соответствующих данной диаграмме; это множество предполагается непустым.

6. Сочетание 3-мерной и 1-мерной диффузий

Промотор имеет небольшую длину (до нескольких десятков букв), а типичная последовательность имеет несколько миллионов букв (у бактерии). Полимераза плавает в клетке, и перед началом ее движения по последовательности должна связаться со своим промотором (сильное, «специфическое» связывание). Как полимеразы находят свой промотор? Последовательность (ДНК) расположена в клетке специальным образом, как кривая Жордана в соответствующем квадрате (у бактерий и архей). И ее геометрия играет важную роль. Существует следующее представление: специфическое связывание начинается с того, что полимеразы связываются с ближайшим к ней участком последовательности слабой («неспецифической») связью и движется в одном из двух направлений

(случайно выбираемых) некоторое случайное короткое время. Это – одномерная диффузия полимеразы вдоль кривой. Затем полимеразы отрывается (из-за слабой связи или столкновения) от последовательности и снова неспецифически связывается с другим участком кривой, который, если бы продолжать двигаться по кривой, расположен очень далеко от первого участка. Итак, после одномерной диффузии короткое время происходила трехмерная диффузия, а затем опять началась одномерная и т.д. до тех пор, пока полимеразы не приблизится к своему промотору. Задача состоит в исследовании такого сочетания двух диффузий с учетом вида или только характеристик кривой. Здесь много экспериментальных данных, но теория, насколько нам известно, ограничена. Взаимодействие спиралей РНК с рибосомой, ещё не начавшей трансляцию, но движущейся вдоль РНК в поисках иницирующего кодона, также связано с диффузией. Хотя сейчас реализовать моделирование диффузии слишком трудно, это позволило бы точнее определять иницирующие кодоны, в том числе, отличающиеся от обычного АТГ.

7. Происхождение видов

Рассматривается характеристика генома, определяемая числовой последовательностью x , в которой на i -м месте находится число m_i разных генов, каждый из которых имеет ровно i копий (копия гена – также ген). Числа m_i – неотрицательные и все целые или все вещественные, а с некоторого места в x идут одни нули. Обозначим $m(x) = m_1 + m_2 + \dots$ – число всех типов генов и $n(x) = m_1 + 2m_2 + \dots$ – число всех генов в геноме с характеристикой x . Пусть V – пространство всех допустимых последовательностей x и $f(x, t)$ – плотность геномов в точке x в момент времени t . Заметим, что в этой модели геномы и гены представлены только через их характеристики. Для точки x разрешены следующие переходы (соответствующие события происходят с генами и геномами).

1) $\langle \dots, m_i, \dots \rangle \rightarrow \langle \dots, m_{i-1} + 1, m_i - 1, \dots \rangle$ потеря одного гена среди m_i , если $i \neq 1$ и $m_i \geq 1$, и $\langle \dots, m_i, \dots \rangle \rightarrow \langle m_1 - 1, m_2, \dots \rangle$, если $i = 1$ и $m_1 \geq 1$; если $m_i = 0$ или $m_1 = 0$, то этот переход запрещен.

2) $\langle \dots, m_i, \dots \rangle \rightarrow \langle m_1 + 1, m_2, \dots \rangle$ перенос, т.е. появление нового гена, представленного одной копией.

3) $\langle \dots, m_i, \dots \rangle \rightarrow \langle \dots, m_i - 1, m_{i+1} + 1, \dots \rangle$ дупликация гена среди m_i ; при этом $m_i \geq 1$, иначе переход запрещен.

4) $\langle \dots, m_i, \dots \rangle \rightarrow \langle m_1 + 1, \dots, m_{i-1} + 1, m_i - 1, \dots \rangle$ мутация гена среди m_i , если $i \neq 1$, и $\langle \dots, m_i, \dots \rangle \rightarrow \langle \dots, m_i, \dots \rangle$, если $i = 1$; при этом $m_i \geq 1$, иначе переход запрещен.

Для каждого из переходов определен свой вектор скорости (интенсивности) перехода, зависящий от точки x . Их сумму обозначим $A(x)$, она задает векторный потенциал. Скалярный потенциал определим как $-V(x)$, где $V(x)$ отражает внутреннюю согласованность («выживаемость») генома в точке x . Оба потенциала зависят от параметров, среди которых выделяются $m(x)$ и $n(x)$; некоторые параметры неизвестны, и их предполагается варьировать. Пусть $V(x)$ принадлежит классу V функций,

которые отличаются невысокими хаотично расположенными максимумами. Такие V соответствуют представлению: природа заранее не сделала выбора, какие геномы будут жизнеспособными в процессе их эволюции под действием векторного потенциала $A(x)$, но все-таки заложила в $V(x)$ небольшие предпочтения. Скалярный потенциал $V(x,t)$, вообще говоря, зависит еще от времени, т.е. сам подвержен некоторой динамике в пространстве V . Например, можно поставить вопрос так: в моменты времени t_i , определенные по пуассоновскому распределению с параметром μ , происходят катаклизмы. Это – достаточно резкие смены выживаемости, когда происходит переход от $V(t_i)$ к $V(t_{i+1})$, состоящий в перемещении и небольшом изменении локальных максимумов в $V(t_i)$ согласно некоторому распределению с одним параметром λ . Существует ли естественное распределение и значения параметров μ и λ , при которых с некоторого момента времени в пространстве V начинают формироваться кластеры (биологически – виды). Поясним последнее. Мы хотим описать область параметров, для которых существует момент времени t_0 , начиная с которого траектории обладают свойством: «почти вся масса $M(t) = \int f(x, t) dx$ сосредотачивается в нескольких дизъюнктивных кластерах», (*). Эти кластеры представляют характеристики возникших видов. Число кластеров можно заранее оценить через число известных видов, что послужит условием в задаче. Тогда t_0 представляет момент происхождения видов. Из численного моделирования известны значения параметров, при которых имеет место свойство (*). Мы не обсуждаем биологически более адекватную картину, в которой геном представлен более явным образом, как линейная последовательность натуральных чисел с повторениями, в которой каждое число – имя гена. В этом случае динамика генома получает более сложное описание.

7.1. Динамику характеристики $x=x(t)$ можно описать и по-другому. А именно, уравнением $x'=A(x)+\epsilon\xi$, где ξ – шум с некоторым генератором, определяемым потенциалами, и ϵ – параметр. Можно предположить, что существует момент времени t_0 , начиная с которого имеется конечное число массивных кластеров с центрами масс x_1, x_2, \dots , переходы между которыми требуют экспоненциально долгого времени или невозможны, (**). Тогда эти x_j – характеристики возникших видов, а t_0 – момент происхождения видов. В духе теории Вентцель-Фрейдлина можно найти функцию $\Phi(x)$, для которой равенство $\Phi'(x)=0$ является необходимым условием для выполнения (**). Тогда x_j можно находить, решая это уравнение.

Литература

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. <http://www.jscc/>
3. <http://lab6.iitp.ru/ru/rivals/>
4. <http://lab6.iitp.ru/ru/anneal/>
5. <http://lab6.iitp.ru/rnamodel/>

A peer-to-peer model for location sharing services

Abstract

This paper describes a new model for sharing location information without the need for disclosing own identity info to third party servers. This idea could be described as a safe location sharing service. The proposed approach creates a special form of distributed database that splits location info and identity information. In this distributed data store identity info is always saved locally. It eliminates one of the main concerns with location-based systems – privacy. This article describes a model itself as well as its implementation in the form of HTML5 mobile web application.

Introduction

It is a well-known fact that the question “where are you” is one of the most often asked during the communications. 600 billion text messages per year in the US ask, "where are you?" – as per Location Business Summit 2010 data. A huge amount of mobile services is actually being built around this question so their main feature is user’s location exchange.

Location, while being only one of the sensor readings of a modern smart phone, is probably the first attribute (candidate) to share for mobile users. The typical applications are well known and include for example geo-tagged context, friend-finder, recommendation systems, turn-by-turn navigation, etc.

In location-based service (LBS) scenarios we can describe the following actors [2]:

- Intended recipient, e.g., the service company, friends, parents, etc. This usually involves the use of a service provider that offers to forward your location to the intended recipient.

- Service provider, e.g., Google providing you with the Latitude application, or a restaurant recommendation system for near-by places. In contrast to the intended recipient, users usually do not have a primary goal of letting the service provider know their location – it is a by-product of getting a restaurant review or staying in touch with friends.

- Infrastructure provider, e.g., your mobile operator. While self-positioning systems such as GPS can work without an infrastructure provider, mobile phone users are often implicitly located in order to provide communication services (for example, route phone calls).

Some papers mentioned also so-called unintended recipients [2]. For example, we can mention accidental recipient, illegal recipient and law enforcement.

Interesting also, that in the most cases talking about LBS we assume that

for a given system, the infrastructure provider needs to be trusted. In other words the need for sharing location data with infrastructure providers is non-discussable.

In the most cases location sharing is implemented as the ability for the mobile user (mobile phone owner) write down own location info in the some special place (special mobile application).

But it means of course, that user must be registered in this service (download some special application). And even more important – everyone who needs this information must use the same service too [1].

One of the biggest concerns for all location-based services is user's privacy. Despite the increased availability of these location-sharing applications, we have not yet seen wide adoption. It has been suggested that the reason for this lack of adoption may be users' privacy concerns regarding the sharing and use of their location information.

For example, the widely cited review of social networks practices [3] concluded that location information is preferably shared on a need to know basis, not broadcast. Participants were biased against sharing their location constantly, without explicit consent each time their location is requested. This suggests that people are cautious about sharing their location and need to be reassured that their private information is only being disclosed when necessary and is not readily available to everybody.

The key point for any existing service is some third party server that keeps identities and locations. We can vary the approaches for sharing (identity, locations) pairs but we could not remove the main part in privacy concerns – the third part server itself.

As mentioned in [4] peer opinion and technical achievements contribute most to whether or not participants thought they would continue to use a mobile location technology.

One possible solution is using peer-to-peer location sharing. The easiest way to apparently “solve” location privacy problems is to manually or automatically authorize (or not) the disclosure of location information to others. But we should see in the same time the other privacy issue that is not eliminated. Your location will be disclosed to (saved on) some third party server. For example, you can share location info in Google Latitude on “per friend” mode, but there is still some third party server (Google) that keeps your location and your identity

Typically we have now two models for location sharing in services. At the first hand, is some case of passive location monitoring with the future access to the accumulated data trough some API. It is Google Latitude for example. Possible problems are privacy - some third party tool is constantly monitoring my location and what is more important – saves it on the some external server as well as the shorted life for handset's batteries.

Another model for location sharing is check-in. It could be an active (e.g.

Foursquare), when user directly sets his/her current location or passive (e.g. Twitter) when location info could be added to the current message. A check-in is a simple way to keep tabs on where you've been, broadcast to your friends where you are, and discover more about other people in your community. But here we can see not only privacy issue - all my friends/followers can see my location but also a noise related issue - my location info could be actually interested only for the physical friends. For the majority of followers my location info (e.g. Foursquare status in Twitter's time line) is just a noise [1]

Lets us describe some existing approaches in LBS development that targets the privacy.

One of the most popular methods for location privacy is obfuscation [5]. Obfuscating location information lowers its precision, e.g., showing only street or city level location instead of the actual coordinates, so that the visible (within our system) location does not correspond to the real one. For example, in Google Latitude we can allow some of the users get our own location info on the city level only. Sometimes even the random noise could be added to the real location data [6]. But once again - it is just a visible location. The central point (points) for such a system can have all the information.

Some articles prefer the using term spatial cloaking and describe it as the most commonly used privacy-enhancing technique in LBS. The basic idea of the spatial cloaking technique is to blur a user's exact location into a cloaked area that satisfies the user specified privacy requirements [12].

Another popular approach in the area of location privacy is "k-anonymity" [7]. As per this approach the actual location is substituted by a region containing at least $k - 1$ other users, thus ensuring that a particular request can only be attributed to "1 out of k " people. Of course, this approach has the disadvantage that if the region contains too few people, it has to be enlarged until it contains the right number of people. But in general k-anonymity protects identity information in a location-oriented context [8]. In the same time the group-composing algorithm is complex and the member peers are dynamic. The big question again is it core-level protection or just a view. In other words what kind of data do have inside of our system - anonymous location info right from the moment data being put into our system or it is just a view and data internally saved in raw formats.

Of course, the deployment of location privacy methods depends on the tasks our system is going to target. For example, obfuscating location information in case of emergency help system could not be a good idea. But from other side many geo-context aware applications (e.g. geo search) can use approximate location info.

Also we need to highlight the role of identity in LBS. It looks like combining identity with location info is just an attempt for delivering more targeted advertising rather than the need of the services themselves. It is obviously for example, that local search for some points of interests (e.g., café) should work for the anonymous users too.

Our idea of the signed geo messages service (geo mail, geo SMS) based on the adding user's location info to the standard messages like SMS or email. Just as a signature. So with this service for telling somebody 'where I am' it would be just enough to send him/her a message. And your partner does not need to use any additional service in order to get information about your location. All the needed information will be simply delivered to him as a part of the incoming message.

It is obviously peer-to-peer sharing and does not require any social network. And it does not require one central point for sharing location with by the way. Our location signature has got a form of the map with the marker at the shared location. And what is important here – the map itself has no information about the sender and recipient. That information exists only in the message itself. The map (marker) has no information about the creator for example. That is all about privacy [1].

More traditionally, peer-to-peer LBS refer to the way sharing information is traversed over the network [13]. For example, the P2P k-anonymity algorithm has several steps: select a central peer who will act as a agent for the group, next, the central peer will discover other k-1 different peers via single-hop or multi-hop to compose the group and finally find a cloaked region covering all locations that every peer may arrive.

In our article we are using "peer-to-peer" term at the first hand for highlighting the target party for the location- sharing request. It is "another peer" directly, rather than the central server (data store).

In terms of patterns for LBS this approach targets at the first hand such tasks as 'Friend finder' and the similar. In other words it is anything that could be linked to location monitoring.

The biggest danger of such systems is the recording of location information by service providers. Because every time a location update is shared, the service provider gets an update and is thus able to create detailed behavioral profiles of its customers (Google Latitude). As it is mentioned in [2] an ideal privacy-aware location sharing system should be able to share location information even without a central service provider receiving a copy of the entire movement track. It is exactly what Geo Message does.

Geo Messages approach works and really eliminates identity revealing problems but it is pure peer-to-peer. What can we do if we need to monitor several participants simultaneously? It is simply not very convenient to jump from one message to another.

Here we bring a new peer-to-peer service that solves the privacy issues and lets you deal with several location feeds simultaneously.

The model

What if we split the locations and identity? In other words rather than using one server that keeps all our data we will switch to some distributed architecture.

WATN (Where Are They Now) [9] requires no sign-in. It combines anonymous server-side data with local personalized records.

We can separate location info and identity data just in three steps:

a) assign to any participant some unique ID (just an ID, without any links to the personality)

b) save location data on the server with links to the above-mentioned IDs

c) keep the legend (descriptions for IDs, who is behind that ID) locally

In this case any participant may request location data for other participants from third party server (as per sharing rules, of course), get data with IDs and replace IDs (locally) with legend's data. With such replacement we can show location data in the "natural" form. For example: name (nick) plus location. And in the same time the server (third party server for our users) is not aware about names.

What does it mean technically?

Server keeps two things.

a) location info with meaningless IDs:

ID1 -> (latitude, longitude)

ID2 -> (latitude, longitude)

ID3 -> (latitude, longitude)

Etc.

Just a set of current coordinates for users (presented via own IDs)

and

b) social graph – who is sharing location to whom:

ID1-> (ID2, ID3)

ID3 -> (ID1)

Etc.

Just a set of records states (as in example above) that user marked as ID1 shares location data with users ID2 and ID3

In the same time any local client keeps the own legend:

ID1 -> (name or nick)

ID2 -> (name or nick)

Note, that in this approach each client keeps own legend info. And because our clients are not aware about each other and there are no third party servers that know all registered clients. It means, obviously, that in this model the same ID may have different legends. Each client technically can assign own name (nick) for the same ID. Our social graph saves information (links between participants) using our meaningless IDs only. And the human readable interpretation for that graph can vary of course from client to client.

But that is probably very close to the real life, where the same person could be known under different names (nicks) in different contexts (e.g. compare some work environment and family space).

In general it is like keeping social graph, location and identity info in distributed database. But it is distributed on the level server-client rather than server-server.

On practice the structure could be a bit more elaborated. For example, in

the current implementation we are saving the history - historical set of (latitude, longitude) pairs, we can keep some text messages associated with the current position etc. But it is just a set of features that does not change the main idea - server-side store for anonymous location data and distributed client-side store with personal data.

The algorithm

WATN has been implemented as mobile web application. HTML5 is significant there. Application uses W3C geo location [10] and local storage specification [11]. As per W3C documents HTML5 web storage is local data storage, web pages can store data within the user's browser.

Earlier, this was done with cookies. However, Web Storage is more secure and faster and our data is not included with every server request, but used only when asked for. It is also possible to store large amounts of data, without affecting the website's performance. The data is stored in key/value pairs, and web pages can only access data stored by them.

Storage is defined by the WhatWG Storage Interface as this:

```
interface Storage {  
  readonly attribute unsigned long length;  
  [IndexGetter] DOMString key(in unsigned long index);  
  [NameGetter] DOMString getItem(in DOMString key);  
  [NameSetter] void setItem(in DOMString key, in DOMString data);  
  [NameDeleter] void removeItem(in DOMString key);  
  void clear();  
};
```

The DOM Storage mechanism is a means through which string key/value pairs can be securely stored and later retrieved for use. The goal of this addition is to provide a comprehensive means through which interactive applications can be built (including advanced abilities, such as being able to work "offline" for extended periods of time).

User agents must have a set of local storage areas, one for each origin. User agents should expire data from the local storage areas only for security reasons or when requested to do so by the user. User agents should always avoid deleting data while a script that could access that data is running.

Mozilla-based browsers, Internet Explorer 8+, Safari 4+ and Chrome all provide a working implementation of the DOM Storage specification.

We are using local storage for saving legends for IDs as well as for the saving own ID.

As soon as the client calls the application we can restore his own ID from local storage (or obtains a new one from the server).

After that client saves location data on the server (it is check-in) and obtains shared location data (by the social graph). Server side part returns social graph data with ID's as JSON array. It is some like this:

```
[ {"id":ID1, "lat":lat1, "lng":lng1},
```

```
{“id”:ID2, “lat”:lat2, “lng”:lng2},  
...  
]
```

For our server-side database it is just a plain select (no joins) where our own ID is a key. It is very important, because complex database queries in geo systems can seriously affect the performance.

After that we can simply match that array against the local database with identities. Client modifies received data and replaces IDs with known names from local database. So, after that our client side application is ready to show location data with names instead of IDs.

If our system is unaware about some legend, than of course it shows “raw” ID instead of name or nickname.

We can see (control) who is sharing location with us, as well as who can read our location info.

Note, that using native JSON parsing and serialization methods provided by the browser, we can save the obtained data itself too. And technically it let us use the whole application in offline mode, playing with the last known data.

And by the similar manner we can see to whom we share our own location info, as well as cancel this link any time.

Where are the above-mentioned names (nicks) for IDs come from? WATN uses peer-to-peer sharing. It means that any user shares own location to another person directly. There are no circles, groups, lists etc. As soon as some user is going to show own location info to other person he simply sends notification about this to another email address (phone number in case of SMS). Actually the location could be shared to any person with known email address. So, this notification plays a role of invitation too.

Such notification contains some text with explanation "what is it" and, what is obviously should be the main part of this process, a special link to WATN. This link contains an ID for the request originating party.

As soon as this link is fired, WATN application (client) becomes aware about two IDs: own ID1 for this client (it is restored from the local storage – see description above) and ID2 from the "shared with you" link (originated request ID). So, if notification is accepted, we can add social graph record (on the server) like

ID2 -> ID1

(client with ID2 shares own location info with the client with ID1. Or, what is technically equal, client with ID1 identity may read location info for client with identity ID2)

But because the notification link comes from some message (email or SMS), the receiver is aware about the context. Simply, he knows either email header ('From') or phone number or name in address book SMS comes from. It means, that based on that info, our receiver may assign some nick (name) for ID in "shared with you" link. Actually it is a part of confirmation: confirm and set some name. And that name (nick) we can save locally. So, it is like "two phase commit"

in databases – save a new social graph record on the server and create a new legend (record for identity) locally.

And as a source for profile images (remember – there is no registration and profiles) we can use social networks (e.g. Twitter and Facebook). If you set a nick for new share that corresponds to Twitter's (Facebook's) account, the system can attach public photo from the social network.

Of course, as per above described scheme, the mutual location sharing could not be set automatically. The message with location sharing link is email (SMS) delivered outside of this application. So the application itself is completely unaware who is sending sharing message to whom.

It is obviously also, that in this schema each client has got own legends. We can have different names for the same ID (each client can technically assign own name)

Additional options include messaging and data clearing. As soon as you share your location info, you can leave messages attached to your location. WATN users that can read your location data will see your messages too.

And any time you can delete ID (as well as erase all the associated data) from the system. Note, that in case of any reconnection in the future WANT will assign a new ID for the user. There is no way to reuse some times once deployed ID.

References

1. D. Namiot Geo messages Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 2010 International Congress pp. 14-19 DOI: 10.1109/ICUMT.2010.5676665
2. M. P. SCIPIONI AND M. LANGHEINRICH. I'm Here! Privacy Challenges in Mobile Location Sharing. Second International Workshop on Security and Privacy in Spontaneous Interaction and Mobile Phone Use (IWSSI/SPMU 2010), Helsinki, Finland, May 2010.
3. DANIEL WAGNER, MARIANA LOPEZ, ANDRE DORIA , IRYNA PAVLYSHAK, VASSILIS KOSTAKOS , IAN OAKLEY , TASOS SPILIOPOULOS, Hide and seek: location sharing practices with social media, Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services, September 07-10, 2010, Lisbon, Portugal
4. JANICE Y. TSAI , PATRICK KELLEY , PAUL DRIELSMA , LORRIE FAITH CRANOR , JASON HONG , NORMAN SADEH, Who's viewed you?: the impact of feedback in a mobile location-sharing application, Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems, April 04-09, 2009, Boston, MA, USA
5. A.C. DE PAIVA, E.F. MONTEIRO, J. J. LEAL ROCHA, C. DE SOUZA BAPTISTA, AND A.C. SILVA, "Location Information Management in LBS Applications", Encyclopedia of Information Science and Technology, Second Edition, pp. 2450-2455, 2009
6. M. DUCKHAM AND L. KULIK. A FORMAL model of obfuscation and negotiation for location privacy. In Proceedings of Pervasive 2005, pp. 152-170, Munich, Germany, 2005. Springer.
7. J. Krumm Inference attacks on location tracks. In Proceedings of the Fifth International Conference on Pervasive Computing (Pervasive), volume 4480 of LNCS, pp. 127-143. Springer-Verlag, 2007
8. M. Gruteser and D. Grunwald. Anonymous usage of location-based services through spatial and temporal cloaking. In MobiSys '03: Proceedings of the 1st international conference on Mobile systems, applications and services, pp. 31-42, New York, NY, USA, 2003. ACM

9. M. LANGHEINRICH. Privacy in ubiquitous computing. In J. Krumm, editor, Ubiquitous Computing, pp. 95–160. CRC Press, Sept. 2009
10. WATN: <http://watn.linkstore.ru> Revised: March 2012
11. GEOLOCATION API SPECIFICATION (2010, SEP. 7)
<http://www.w3.org/TR/geolocation-API/>
12. MARCO CASARIO, PETER ELST, CHARLES BROWN, NATHALIE WORMSER AND CYRIL HANQUEZ HTML5 Solutions: Essential Techniques for HTML5 Developers 2011, 281-303, DOI: 10.1007/978-1-4302-3387-9_11
13. CHI-YIN CHOW, MOHAMED F. MOKBEL AND XUAN LIU Spatial cloaking for anonymous location-based services in mobile peer-to-peer environments GEOINFORMATICA Volume 15, Number 2, pp. 351-380, DOI: 10.1007/s10707-009-0099-y
14. JIAN XU, JIN Z.P, MING XU AND NING ZHENG Mobile-Aware Anonymous Peer Selecting Algorithm for Enhancing Privacy and Connectivity in Location-Based Service e-Business Engineering (ICEBE), 2010 IEEE 7th International Conference on Nov. 2010 pp. 172 – 177 DOI: 10.1109/ICEBE.2010.32

Реализация метамодели языка UML на основе хранилища данных фирмы Google

Аннотация

В статье рассматриваются особенности реализации библиотеки классов метамодели языка UML 2.4 на основе хранилища данных (Data Store) предоставляемого фирмой Google в своей инфраструктуре для разработки облачных приложений. Репозиторий для хранения модели, реализованный в соответствии со стандартом на язык UML, является центральной частью используемых для проектирования программного обеспечения CASE-инструментов. Как и другие приложения, CASE-инструменты могут быть разработаны как облачные приложения предоставляющие сервис через интернет-браузер. Данная реализация метамодели языка UML разработана для такого CASE-инструмента. При реализации метамодели использовался подход генеративного программирования по компактной спецификации модели.

1. Введение

Унифицированный язык моделирования UML является стандартом для CASE-инструментов, используемых для моделирования программных систем. В стандарте на язык UML 2.4 [1], в частности, содержится описание модели языка UML называемой метамоделью языка UML. Описание метамодели содержит описание классов, из экземпляров которых строится UML-модель, а также описывается графическая нотация для представления классов метамодели и их связей на UML-диаграммах. Для такого описания классов метамодели используется графическая нотация языка UML. Для формализованного представления графической нотации языка UML также стандарте определены классы, из экземпляров которых должно строиться изображение UML-диаграмм [2]. Для обмена моделями и диаграммами между поддерживающими стандарт CASE инструментами в стандарте определено отображение классов метамодели в расширение языка XML – формат XML Metadata Interchange (XMI) [3].

2. Разработка метамодели языка UML на основе ее формализованной спецификации на языке TinyUML

Описание языка состоит из нескольких объемных документов превышающих [1, 2, 3] 700 страниц, которые постоянно изменяются и дополняются при появлении новых версий стандарта. Объем и регулярное изменение документов стандарта существенно затрудняют реализацию классов метамодели и взаимодействующих с ней компонентом метамодели.

Для упрощения реализации метамодели и поддержки соответствия реализации текущим версиям языка использовался подход генеративного программирования. Реализация метамодели пишется на языке программирования не вручную, а генерируется из компактной спецификации метамодели. Генеративный подход позволяет избавиться от большого объема рутинной работы, избежать ошибок возникающих при непосредственном ручном написании программ, дает возможность опробовать множество различных подходов к реализации метамодели.

Выбор языка для создания компактной спецификации весьма важен. В документах, описывающих стандарт языка UML, классы метамодели и связи между ними описываются с помощью диаграмм UML с комментариями к диаграммам на английском языке. В дополнение к этим диаграммам в документе UML содержится описания на формальном текстовом языке Object Constraint Language (OCL)[]. Такие описания содержат либо логические выражения, которые должны быть всегда истинными для атрибутов и ролей ассоциаций классов модели. Либо на языке OCL описываются алгоритмы для вычисления значений порождаемых атрибутов классов метамодели. Для формального описания классов метамодели в дополнение к текстам также предоставляется описание модели на расширении языка XML – языке XMI.

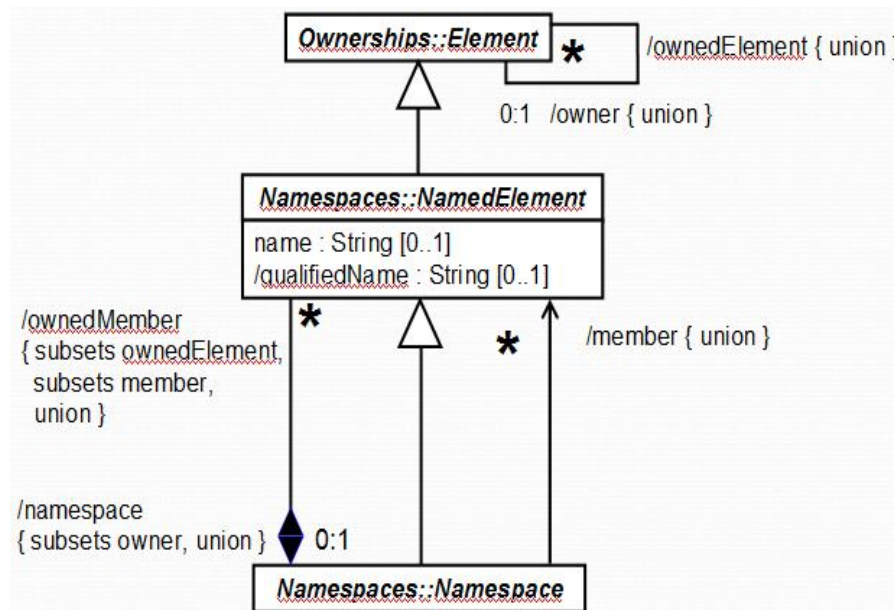


Рис. 1. Фрагмент спецификации метамодели языка UML с использованием графической нотации UML

Наличие этих трех разрозненных и весьма различающихся языков описания стандарта UML затрудняет их использование для генерации реализации метамодели на языке программирования. Удобная для визуального восприятия графическая нотация затрудняет ввод

информации о метамодели в генерирующую программу. Для текстового описания на языке OCL нет соответствующего текстового описания контекста, в котором выражения на OCL должны вычисляться. Описание на языке XMI удобно для распознавания программой, но затрудняет определение его соответствия описанию на языке графической нотации, а также определения контекста для вычисления выражений на языке OCL.

По указанным выше причинам в качестве языка спецификации был разработан и использован текстовый язык TinyUML, синтаксис и семантика которого эквивалентны используемому для описания классов метамодели подмножеству графической нотации. Нотация языка TinyUML приближена к обозначениям, используемым на UML-диаграммах и описании стандарта. Текстовая природа языка позволяет в одном текстовом файле хранить описание классов и связей между ними, которое также является контекстом для вычисления выражений на OCL, а также служить исходными данными для генератора реализации на языке программирования.

Эквивалентный приведенному на рисунке фрагменту спецификации метамодели текст на языке TinyUML приведен ниже.

```

package Ownership {
    abstract class Element {};

    as /ownedElement[*] : Element {union}
    <->/owner[0:1] : Element {union};
};

package Namespace {
    abstract class NamedElement : Ownership::Element {
        at name[0:1] : String = "";
        at /qualifiedName[0:1] = "";
    };

    abstract class Namespace : NamedElement {};

    as /member[*] : NamedElement {union}
    <- ns[1] : Namespace;

    as /ownedMember[*] : NamedElement {union,
        subsets ownedElement, subsets member}
    <-> /namespace[0:1] : Namespace {union,
        composite, subsets owner};
};

```

Как можно заметить, текстовые элементы, показанные на UML диаграмме, в языке TinyUML полностью повторяются. Графические элементы нотации UML представлены в виде текста. Так, например, отношение ассоциации между классами представлено с помощью ключевого слова `as` языка TinyUML, а направленность отношения ассоциации – символами больше и равно.

На приведенном выше фрагменте спецификации описаны базовые

классы метамодели, представляющие наиболее фундаментальные свойства элементов модели. Так, из спецификации следует, в частности, что пространство имен (представлено абстрактным классом `Namespace`) может включать в себя неограниченно число именованных элементов (представленных абстрактным классом `NamedElement`), которые могут входить не более чем в одно пространство имен. Указанные классы служат базовыми классами для конкретных классов, которые представляют в модели пространства имен и их элементы. Например, для пакетов, классов и интерфейсов представляющих в метамодели соответствующие конструкции объектно-ориентированных языков программирования.

3. Реализация метамодели языка UML как части облачного приложения фирмы Google

В последнее время все большее распространение получает разработка приложений как веб-сервисов расположенных на облаке и доступных через обычный интернет браузер. Как такое облачное приложение может быть разработан и CASE-инструмент. Инфраструктура фирмы Google[5] для разработки облачных приложений получает все большее распространение. Для разработки как клиентской, так и серверной части предоставляет инструментарий для написания приложения, в частности, на языке Java.

Особенностью облачных приложений фирмы Google является способ хранения данных этим приложением на сервере. Файловая система сервера, на котором расположено приложение, может использоваться приложением лишь для хранения статической информации. Для работы же с изменяемой информацией инфраструктура облачного приложения предоставляет специализированное хранилище данных `Data Store` [6]. Хранилище данных представляет собой масштабируемую объектную базу данных, каждый объект (`Entity`) которой может включать в себя одно или несколько свойств. Свойства объектов имеют имена и могут хранить значения одного из поддерживаемых типов данных, а также могут быть ссылкой на другой объект. Это позволяет создавать между объектами, в частности, отношения один-к-многим и многие-к-многим. Некоторые из свойств могут быть ключами объекта и использоваться для уникальной идентификации объектов. Для работы с данными хранилище данных предоставляется схожий с языком SQL язык запросов `Google Query Language (GQL)` [7]. Механизм транзакций хранилища данных использовался для реализации изменения состояния базы данных сгенерированными методами классов метамодели.

Указанные возможности хранилища данных была использованы для реализации метамодели языка UML как множества хранимых в базе специализированных объектов-сущностей. Реализация метамодели генерировалась по спецификации метамодели на языке Java. Базовым классом такой реализации классов метамодели является класс-сущность из API хранилища данных. Таким образом, от базового класса из API

хранилища данных классами метамодели наследуется возможность чтения и записи свойств сущности, которые представляют атрибуты и отношения ассоциации определенные в стандарте для классов метамодели. Используемые для уникальной идентификации ключи сущностей хранилища используются для реализации отношений ассоциации определенных между классами метамодели. Для реализации порождаемых атрибутов-объединений (union) у классов метамодели, значения которых вычисляются как объединения подмножеств значений атрибутов других классов, используются запросы на языке GQL.

Стандарт на язык UML [1, 2, 3] не содержит явно описания функционального интерфейса предоставляемого классами метамодели. Вместе с тем свойства и множественность атрибутов и ролей отношения ассоциации неявно определяют имена и сигнатуры методов классов метамодели. Разработавшим стандарт языка UML консорциумом фирм Object Management Group разработан язык определения интерфейсов IDL [8] используемый для описания функциональных интерфейсов разрабатываемых консорциумом стандартов. Вместе с тем для одного из подмножеств языка UML отображение классов метамодели в спецификацию на языке IDL [9] определено явно. Определенная аналогичным образом функциональность классов метамодели поддерживается и в широко используемой реализации метамодели UML для среды Eclipse [10]. Такой же функциональный интерфейс определен и в реализации метамодели с использованием хранилища данных Google.

4. Заключение

Важнейшей компонентой CASE-инструмента является репозиторий для хранения моделей программных систем. Определение в стандарте на язык UML [1, 2, 3, 4] модели репозитория CASE-инструмента, выполненное с помощью графической нотации самого языка UML, получило название метамодели языка UML. Большой объем стандарта (более 700 страниц) существенно осложняет непосредственную реализацию метамодели. В статье рассматривается применение апробированного ранее при реализации на языке C# метамодели для CASE-инструмента интегрированного в среду Visual Studio [11]. Данный подход был успешно применен к программной генерации реализации метамодели на языке Java с использованием хранилища данных фирмы Google. Данная реализация метамодели разработана для CASE-инструмента [12] реализованного как облачное приложение фирмы Google.

Литература

1. Object Management Group, UML 2.4 Superstructure Specification, OMG document. <http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/>
2. Object Management Group, UML Diagram Interchange, OMG document, <http://www.omg.org/spec/UMLDI/1.0/PDF>
3. Object Management Group, XML Metadata Interchange, OMG document,

<http://www.omg.org/spec/XMI/2.4.1/>

4. Object Constraint Language, OMG document, <http://www.omg.org/spec/OCL/2.3.1/>

5. Инфраструктура облачных приложений фирмы Google.
<http://code.google.com/intl/ru-RU/appengine/>

6. Хранилище данных Data Store App Engine фирмы Google.
<http://www.googleappengine.ru/docs/datastore/>

7. Описание языка Google Query Language

<http://www.googleappengine.ru/docs/datastoregqlrefere/nce.html>

8. Interface Definition Language (IDL) 3.5 <http://www.omg.org/spec/IDL35/>

9. MOF to IDL Mapping, <http://www.omg.org/spec/MOF2I/2.0/>

10. Model Development Tools, <http://www.eclipse.org/modeling/mdt/?project=uml2>

11. В.Ю.Романов, Реализация метамодели языка UML 2.0 на языке C# // Сборник трудов первой международной научно-практической конференции "Современные информационные технологии и ИТ-образование». 19-23 сентября 2005 г. С.332-339.

12. Романов В.Ю. Сервис анализа и визуализации кода и текстов на языках программирования как облачное приложение Google // Сб. трудов V Международной научно-практической конференции "Современные информационные технологии и ИТ-образование". М., 2011. С.743-748, 12-14 декабря 2011 г.

Ромасевич Е.П.,
ВолГУ, магистрант
eromasevich2@mail.ru

Ромасевич П.В.
D-Link, к.т.н., доцент
promasevich@dlink.ru

Исследование влияния трафика пиринговых сетей на работу сети MetroEthernet смешанной архитектуры на основе имитационной модели

Аннотация

В статье проведено исследование процесса потери пакетов при передаче самоподобного трафика различной природы в сетях масштаба города со смешанной архитектурой в зависимости от его параметров с учетом влияния наложенных сервисов массового использования с помощью построенной имитационной модели.

Введение

Тенденции современного рынка телекоммуникаций характеризуются масштабным строительством и модернизацией сетевой инфраструктуры, предназначенной для организации различных сервисов – от VoIP до интерактивного телевидения и предполагает доступность сервисов вне зависимости от местоположения клиента и используемого им интерфейса.

На местах состояние телекоммуникационного рынка характеризуется повсеместным развертыванием сетей широкополосного доступа различной архитектуры уровня города (MetroEthernet), что связано с необходимостью предоставления комплекса телекоммуникационных услуг TriplePlay (данные, голос, видео), через единую линейную инфраструктуру.

Качество передаваемой информации в IP-сети зависит от множества факторов и может варьироваться в значительных пределах в зависимости от функционала телекоммуникационного оборудования, параметров трафика и сети. Поэтому необходима предварительная оценка работоспособности при проектировании новой или модернизации существующей телекоммуникационной сети. [1]

По причине трудности постановки эксперимента и сложности аналитического моделирования, имитационное моделирование может быть наиболее рациональным способом решения подобной задачи.

Многочисленные зарубежные и отечественные исследования последнего десятилетия показали, что трафик в современных сетях передачи данных проявляет свойства самоподобия [2], которое оказывает негативное влияние на производительность сетей передачи данных ввиду

значительно большей потребности в буферной памяти и пропускной способности телекоммуникационных систем, что является одним из основных факторов, влияющих на величину задержки.

В рекомендации МСЭ Y.1540 [3], посвященной технологии IP рассматриваются следующие сетевые характеристики, как наиболее важные по степени их влияния на сквозное качество обслуживания от источника до получателя, оцениваемое пользователем: производительность сети (Мб/сек).задержка (IPTD - IPpackettransferdelay) ипотеряпакетов (IPLR - IPpacketlossratio).

Необходимо отметить негативное влияние на качество предоставляемых провайдерами услуг различных бесплатных наложенных сервисов массового использования, которые создают большую нагрузку на инфраструктуру, такие как «торренты», и зачастую прямо конкурируют с аналогичными коммерческими сервисами операторов, такие как Skype.

Поэтому целью данной работы является исследование процесса потери пакетов при одновременной передаче самоподобного трафика различной природы в сетях масштаба города со смешанной архитектурой в зависимости от его параметров с учетом влияния «нехороших» сервисов с помощью имитационной модели.

Качество обслуживания QoS определяется в рекомендации МСЭ Y.1541, в которой указаны значения параметров, которые должны обеспечиваться в сетях IP. В таблице 1 приведены верхние границы для средних значений параметров.

Таблица 1 – Рекомендации МСЭ Y.1541

Характеристики сети	Классы качества обслуживания (QoS)					
	0	1	2	3	4	5
Задержка доставки пакета IP, IPTD	100 мс	400 мс	100 мс	400 мс	1с	
Вариация задержки пакета IP, IPDV (джиттер)	50 мс	50 мс	--	--	--	
Коэффициент потери пакетов IP, IPLR	1E-3	1E-3	1E-3	1E-3	1E-3	
Коэффициент ошибок пакетов IP, IPER	1E-4	1E-4	1E-4	1E-4	1E-4	

Имитационная модель

За основу была взята телекоммуникационная сеть одного из операторов Волгограда. Сеть представляет собой топологию смешанного типа. Здесь представлена сложная звездообразная топология, а также кольцевая на уровне распределения, как показано на Рис. 1.

Для создания модели сети был выбран новый инструмент в этой сфере – сетевой симулятор NS-3. Этот симулятор представляет собой совершенно новый продукт со своей архитектурой и подходом к построению моделей. NS-3 полностью написан на языке C++, а сетевые модели становятся его составляющими. В симуляторе NS-3 достигается более детальная симуляция сети, по сравнению со своими предшественниками. Необходимо отметить, что данный программный продукт позволяет моделировать телекоммуникационные сети на основе IPv6, что особенно актуально ввиду уже начавшегося перевода опорных сетей федеральных операторов на этот протокол.

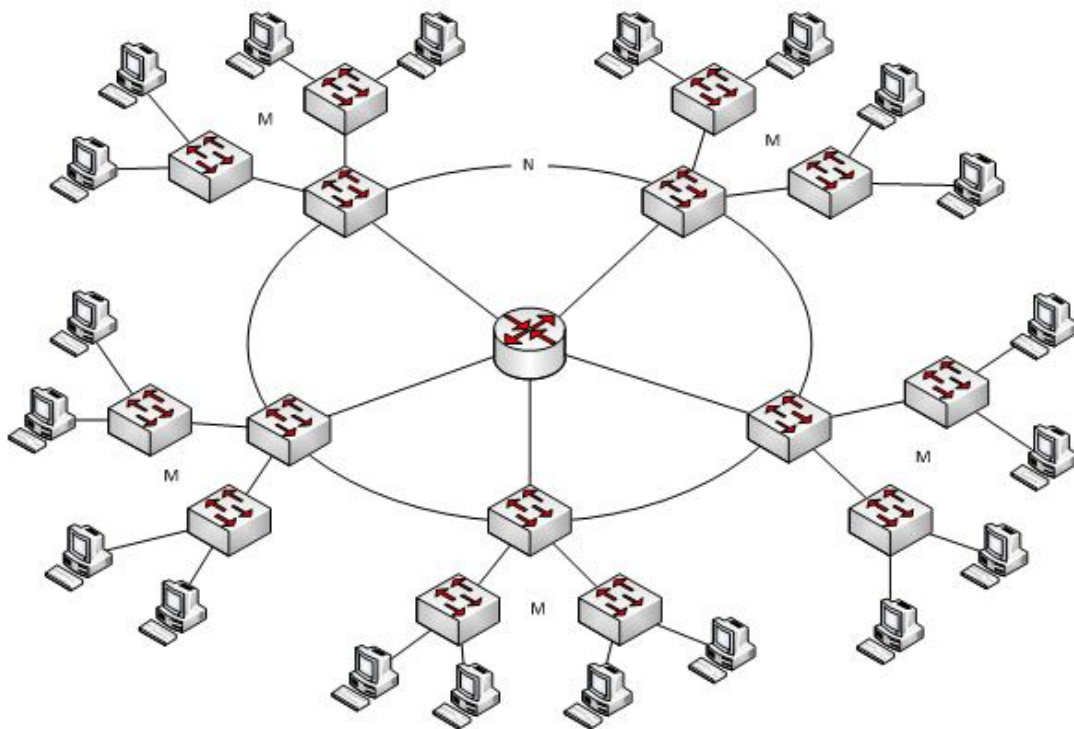


Рис. 1. Топология моделируемой сети

Программа модели написана так, что исследователь может легко менять такие параметры как количество коммутаторов распределения, количество коммутаторов доступа на каждом коммутаторе распределения, количество пользовательских компьютеров на каждом коммутаторе доступа, а также размер пакета генератора трафика, что делает её масштабируемой.

Каждый сегмент сети имеет своё адресное пространство.

Скорость передачи данных в каждом сегменте 100 Мбит/с с задержкой 2 мс. Скорость в кольце, связывающем коммутаторы распределения – 1 Гбит/с с задержкой 1 мс, а скорость до маршрутизатора ядра – 10 Гбит/с с аналогичной задержкой.

Для приближения к реальной ситуации в модель добавлен трафик,

который по своим параметрам близок к FTP-трафику и имитирует «жизнь» в сети.

Трафик «торрентов», передаваемый по протоколу UDP, является самоподобным и создаётся OnOff-генератором на основании распределения Вейбулла с параметрами, соответствующими параметру Хёрста, равному 0,7. Данное распределение было выбрано как хорошо подходящее для описания вероятности переполнения буферной памяти входного интерфейса телекоммуникационной системы [5]. Размер пакета, как упоминалось ранее, может быть задан любым. По умолчанию, размер пакета равен 100 байт, что характерно для пакетов пиринговых сетей на сегодняшний день.

Исследование процесса передачи трафика различной природы в сетях MetroEthernet

Задача данной работы заключалась в исследовании влияния трафика пиринговых сетей на работу сети MetroEthernet на основе имитационной модели при различных параметрах.

Модель имитирует сеть с топологией, представленной на Рис.1, с тремя L3 коммутаторами распределения, двумя L2 коммутаторами доступа на каждом L3 коммутаторе и двумя пользователями на каждом коммутаторе доступа.

Данная модель имеет следующие характеристики:

- от ядра сети до уровня распределения канал – 10Гб/с;
- на уровне агрегации канал – 1 Гб/с;
- использование стека Интернет;
- использование протоколов TCP и UDP для передачи данных;
- масштабируемость модели;
- имитация передачи FTP-пакетов;
- имитация передачи торрент-пакетов;
- учёт самоподобия трафика;
- использование OnOff-генератора с распределением Вейбулла.

В модели сети исследовалось влияние размера пакета торрента на потери пакетов в сети. Были взяты средние значения из трёх наиболее вероятных диапазонов: 64, 100, 200, 400, 800 и 1300 байт.

Исследовалось два возможных варианта сети: с «кольцом» на уровне распределения и без него, когда весь трафик между сегментами сети проходит через маршрутизатор ядра.

В ходе работы менялся параметр скорости доступа пользователя к коммутатору при постоянном значении параметра Хёрста $H=0,7$. Было взято пять значений, четыре из которых присутствуют сегодня на рынке (20Мб/с, 10Мб/с, 4Мб/с и 2Мб/с), и одно максимальное – 100Мб/с. Полученные результаты представлены на Рис.2 и Рис.3.

На каждом графике изображены три кривые, соответствующие трём длинам пакетов: 100, 200 и 1300 байт. Данные значения были взяты из

чаще встречающихся диапазонов torrent-пакетов современных сетей, процентное соотношение которых приведено в [4]:

- 64 байт – 5%
- 64-127 байт – 58%
- 128-255 байт – 16%
- 256-511 байт – 5%
- 512-1023 байт – 4%
- 1024-1518 байт – 13%

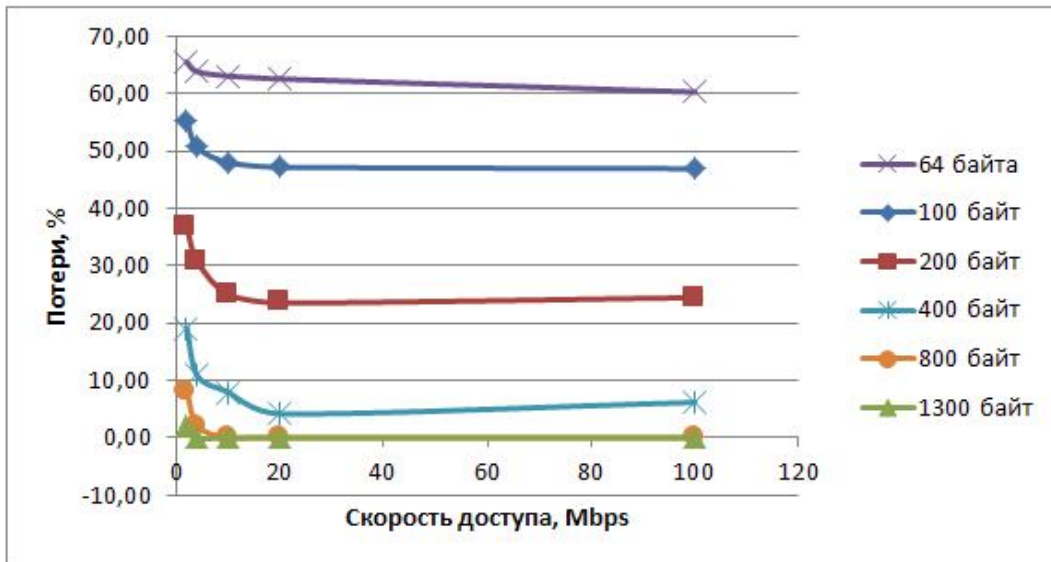


Рис. 2. Потери пакетов при различных скоростях доступа при разных размерах пакета торрента и $H=0,7$, с кольцом на уровне агрегации

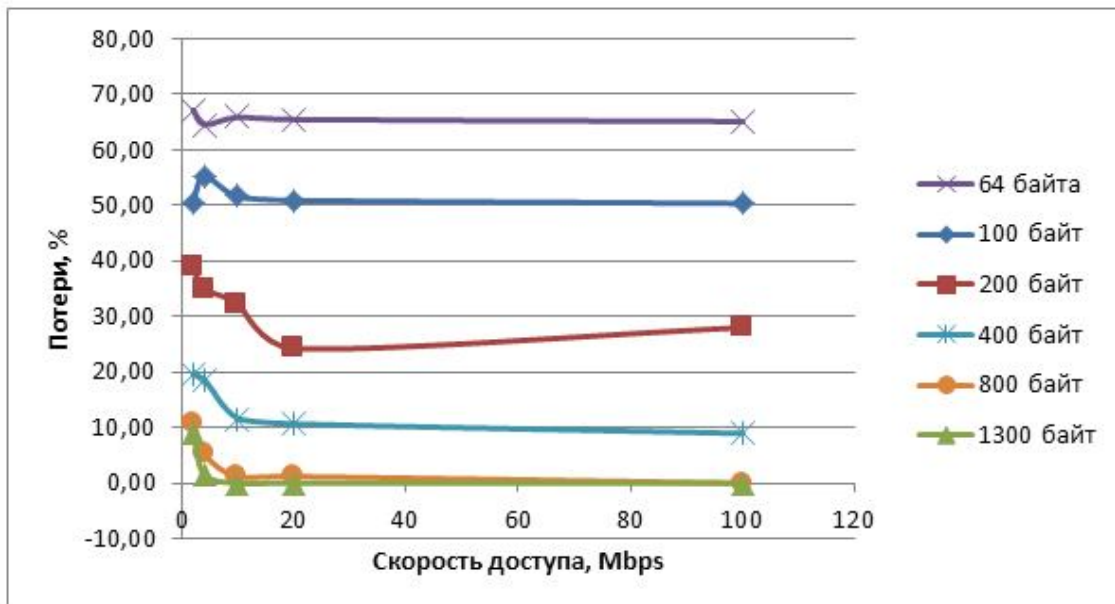


Рис. 3. Потери пакетов при различных скоростях доступа при разных размерах пакета торрента и $H=0,7$, без кольца на уровне агрегации

Из графиков видно, что увеличение скорости доступа клиента не приводит к решению проблемы высокой потери пакетов. Напротив, размер пакета «торрента» оказывает сильное влияние на сеть оператора. Так, увеличение размера пакета в настройках торрент-клиентов со 100 байт до 200 байт, приводит к снижению потерь примерно на 20% от общего числа пакетов при любых скоростях. А увеличение пакета до 1300 байт приводит потери практически к нулю при большинстве тарифных планов, что соответствует нормативам потерь пакетов, приведенных в Таблице 1.

Также положительное влияние на процент потери пакетов оказывает более связанная топология. Из Рис.2 и Рис.3 видно, что при кольцевой топологии на уровне агрегации при одних и тех скоростях подключения конечных пользователей потери пакетов меньше, чем в случае звездообразной архитектуры сети. Это объясняется наличием большего количества путей от источников к получателям, что снижает пакетную нагрузку на очереди входных интерфейсов активного оборудования телекоммуникационной сети.

Другим направлением исследований было определение влияния степени самоподобия трафика на процент потери пакетов путем изменения параметра Хёрста при постоянной скорости доступа пользователей. При скорости доступа 10 Мб/с, были получены результаты для четырёх значений параметра H (0,6, 0,7, 0,8 и 0,9). При этом рассматривались случаи кольцевой и звездообразной топологии на уровне агрегации. Результаты данных экспериментов представлены на графиках на Рис. 4 и Рис.5.

Графики показывают зависимости потери пакетов в целом по сети от параметра Херста при постоянной скорости 10Мб/с для всех характерных длин пакетов [4]. Оператор не может влиять на степень самоподобия сетевого трафика, но так как этот параметр может быть измерен, то предварительное исследование поведения сети при его различных значениях параметра Херста может представлять интерес для прогнозирования работы сети и выработки необходимых превентивных мер.

Как видно из графиков на Рис.4-5, сильных изменений потерь пакетов при увеличении параметра Хёрста нет, кроме случая «кольца» на уровне распределения при размере пакета 200 байт и параметре $H=0,8$ процент потери пакетов резко возрастает. Чтобы объяснить причину такого скачка, требуется провести ряд дополнительных исследований. При этом также видно, что в случае кольцевой топологии на уровне агрегации при одинаковой степени самоподобия трафика процент потери пакетов для всех длин меньше, что также объясняется наличием альтернативных путей движения трафика по сравнению с чисто звездообразной архитектурой сети.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на потери пакетов в сети влияет как самоподобие, так и скорость доступа пользователя к сети, однако эти параметры сети не оказывают столь значительного влияния на

потери, как размеры отправляемых пользователем пакетов.

Ввиду того, что оператор не может контролировать размеры пакетов пользователей и степень самоподобия трафика, практической рекомендацией в условиях исследуемой архитектуры сети является ограничение трафика торрент-приложений с размерами пакетов ниже 1300 байт, чего оператор может добиться установкой фильтрации трафика по длине пакетов, а также отказ от предоставления клиентам безлимитных тарифов со скоростями ниже 10 Мбит/с.

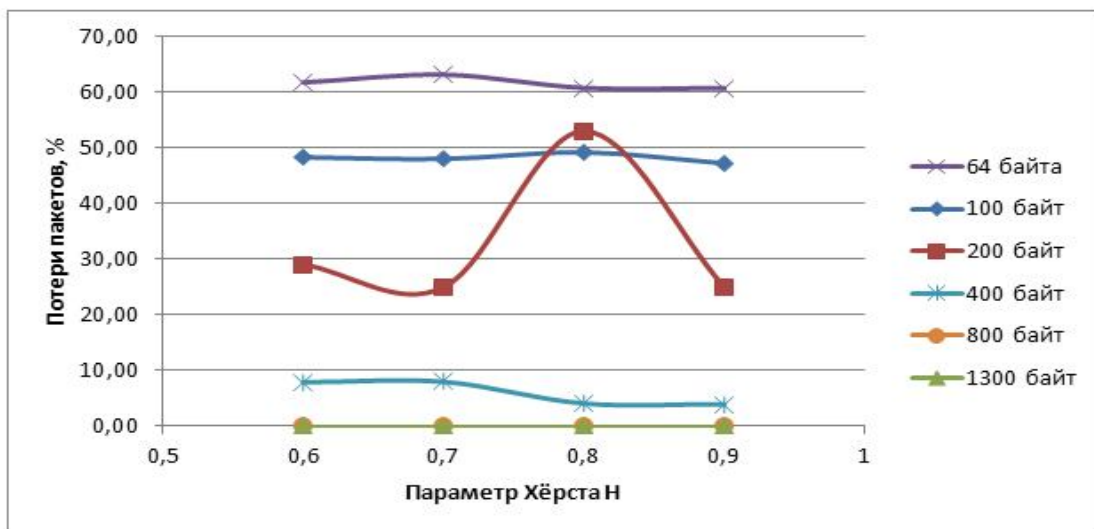


Рис. 4. Потери пакетов при различных значениях параметра Хёрста при разных размерах пакета торрента и скорости 10Мbps, с кольцом на уровне агрегации

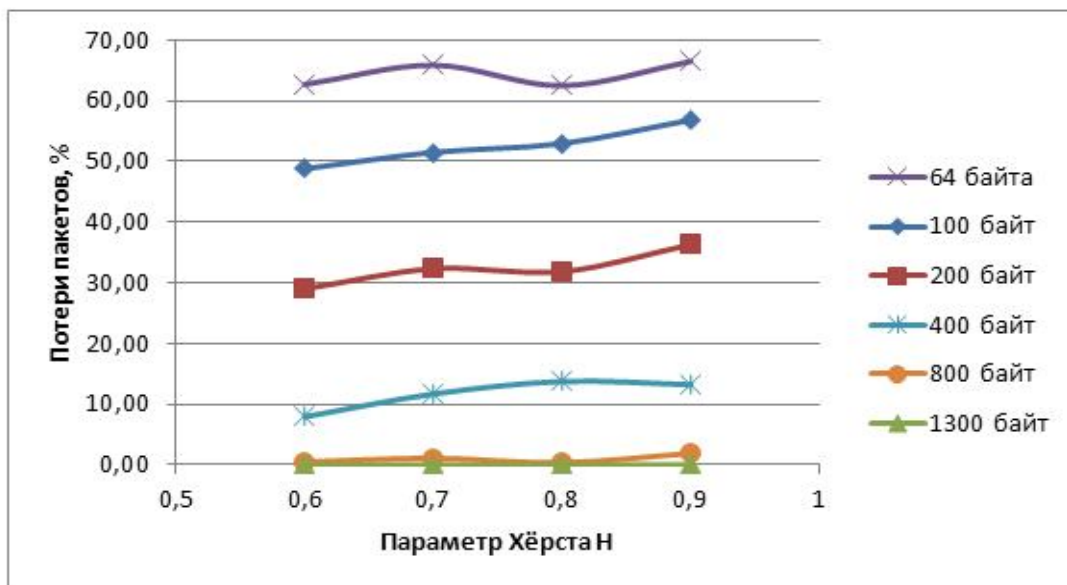


Рис. 5. Потери пакетов при различных значениях параметра Хёрста при разных размерах пакета торрента и скорости 10Мbps, без кольца на уровне агрегации

Результаты данной работы могут быть использованы для прогнозирования работы телекоммуникационных сетей MetroEthernet сложной топологии с использованием современных технологий построения инфраструктуры и передаче трафика различной природы, в том числе на основе протокола IPv6, перевод на который своих сетей уже начали крупные телекоммуникационные операторы.

Литература

1. П.В.Ромасевич. Исследование сети MetroEthernet на основе её имитационной модели//Известия ОрелГТУ, Информационные системы и технологии – 2010, №2/58 (585)
2. W.E.Leland, M.S.Taqqu, W.Willinger, D.V.Wilson., On the self-similar nature of ethernet traffic, IEEE/ACM Transactions of Networking, 2(1):1-15,1993
3. МСЭ-Т Recommendation Y.1540. IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters//December 2002.
4. Материалы сервера <http://forum.nag.ru/forum/index.php?showtopic=55025>
5. Norros I. On the Use of Fractal Brownian Motion in the Theory of Connectionless Networks// IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – Aug. 1995. – Vol.13, №6. – Pp.953-962.

Рукавичников А.В.,

Восточно-Сибирский государственный институт технологий и
управления, учебный мастер
sasha-hamster@yandex.ru

Базарон С.А.

Восточно-Сибирский государственный институт технологий и
управления, старший преподаватель
seseg003@gmail.com

Способ распознавания и оценивания ответов на тестовые задания «Типовая задача»

Аннотация

Данная работа посвящена методу распознавания и оценивания ответов на тестовые задания «Типовая задача». Предлагаются способ генерации базы нечетких продукционных правил.

Введение

В условиях современного информационного общества автоматизированное тестирование является одним из инструментов для контроля качества обучения. Однако в современных системах автоматизированного тестирования отсутствуют возможности работы с заданиями, требующими в качестве ответа написание хода решения и конечного результата поставленной задачи. А также оценка такого рода заданий. Целью работы является разработка моделей и методов распознавания и оценивания тестовых заданий «Типовая задача».

Постановка задачи.

Введем следующие обозначения:

$TЗ$ – тестовое задание «Типовая задача»;

R – ответ тестируемого на задание $TЗ$;

T – теория, по которой создано тестовое задание;

$A = \{ a_i | a_i - \text{символ}, i = 1..k \}$ – алфавит теории T ;

f_i – слово в алфавите A , $f_i \in A^*$

A^* – множество формул в ответе испытуемого, $A^* \subseteq R$;

A_p^* – множество правильно построенных формул;

A_v^* – множество выводимых формул;

$\overline{A_v^*}$ – множество невыводимых формул;

θ_1 – количественный показатель степени правильности ответа R ;

θ_2 – качественный показатель степени правильности ответа R .

Имеем множество формул ответа тестируемого $A^* \subseteq R$.

Необходимо выполнить анализ множества формул A^* , определить

значения показателей θ_1 и θ_2 , позволяющих оценить степень правильности ответа R .

Способ решения задачи

Будем считать, что тестируемый представляет этапы решения задачи в виде последовательности формул $A^* \subseteq R$. Используя онтологию теории T , проведем анализ ответа тестируемого по следующему алгоритму:

Определим, является ли формулы ответа тестируемого $f_i \in A^*$ ($i = 2..n$) правильно построенными, используя алгоритм «Анализ формул на правильное построение». Если формула f_i правильно построена, то она включается во множество $(A_p^*(f_i \in A_p^*))$.

Используя алгоритм «Построение дерева решений» построим вывод формул $f_{i+1} \in A^*$ из $(i f_i \in A^* = 1..n-1)$. Если формула f_i выводима, то она включается во множество A_v^* .

Определим значения показателей θ_1 и θ_2 , позволяющих оценить степень правильности ответа R , используя алгоритм «Определение степени правильности ответа».

Рассмотрим описание перечисленных алгоритмов.

Алгоритм «Анализ формул на правильное построения»

Опишем правила построения формул теории T , т.е. элементы множества $\Omega = \{\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4, \tau_5, \tau_6\}$, где:

τ_1 =«если c – константа и $c \in C$, a – переменная и $a \in P$, z – знак операции и $z \in Z$, $(,)$ – разделительные символы и $(,) \in S$, то (cza) – формула»;

τ_2 =«если a, b – переменные и $a, b \in P$, z – знак операции и $z \in Z$ и $(,)$ – разделительные символы $(,) \in S$, то (azb) – формула»;

τ_3 =«если a – переменная и $a \in P$, z – знак унарной операции и $z \in Z$, то za – формула»;

τ_4 =«если f – формула, z – знак унарной операции и $z \in Z$ и $(,)$ – разделительные символы и $(,) \in S$, то $z(f)$ – формула»;

τ_5 =«если f – формула, h – константа или переменная и $h \in P \cup C$, z – знак операции и $z \in Z$ и $(,)$ – разделительные символы и $(,) \in S$, то (fzh) – формула»;

τ_6 =«если f, g – формулы, z – знак операции и $z \in Z$ и $(,)$ – разделительные символы и $(,) \in S$, то (fzg) – формула».

Правила $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$ являются правилами построения простых формул, а τ_5, τ_6 – правила построения сложных формул.

Используя правила построения формул Ω , можно определить, являются ли формулы $f_i \in A^*$ правильно построенными. Для проверки формулы f_i на правильность построения разработан конечный автомат (рис. 1). [5,6]

Если формула f_i правильно построена, то она включается во множество A_p^* .

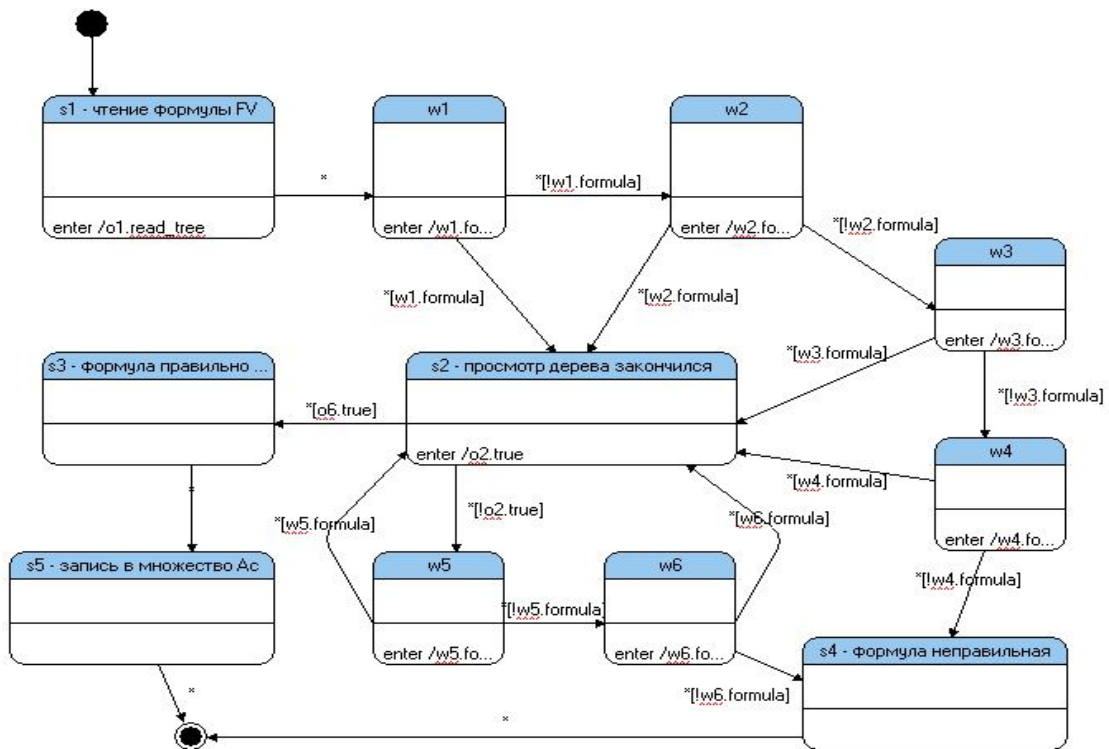


Рисунок 1 – Структура автомата Анализ формул на правильное построения

Таким образом, производится анализ формул ответа тестируемого, затем формулы, являющиеся правильно построенными, поступают на вход конечного преобразователя, который реализует алгоритм «Построение дерева решений».

Алгоритм «Построение дерева решений».

Дерева решений – это способ представления правил в иерархической, последовательной структуре, где каждому объекту соответствует единственный узел, дающий решение. Под правилом понимается логическая конструкция, представленная в виде "если ... то ...". [1]

Для построения *Дерева решений* будем использовать онтологию с активной семантикой, построенной для теории *T*.

При решении задач оценивания результатов тестирования необходимы в основном следующие знания: термины предметной области, отношения между терминами, определение терминов, свойства терминов, синонимы, способы представления и способы выражения терминов. Поэтому будем использовать трехкомпонентную модель онтологии: $O = \langle C, A, Pr \rangle$, где *C* – знак концептуального объекта «Понятие»; *A* – знак концептуального объекта «Действие»; *Pr* – знак концептуального объекта «Свойство».

Описание перечисленных концептуальных объектов и их словарных статей приведены в работе [2]:

Опишем словарную статью концептуального объекта «Свойство», в которую внесли изменения. Словарная статья «Свойство» представляется

в виде шестерки:

$$Property = \langle p, D, K, Q, C, M \rangle,$$

где p – имя свойства; K – вид свойства; Q – величины;

D, C, M имеют значение, аналогичное соответствующим элементам знака “понятие”.

p . $p = \langle p_1, p_2 \rangle$, p_1 – имя свойства; p_2 – тип концептуального объекта «Свойство»;

K . $K = \langle k_1, k_2 \rangle$, k_1 – вид свойства: количественное, качественное; k_2 – вид свойства: **Аксиомы теории T** ;

Q . $Q = \langle q_1, q_2 \rangle$, q_1 – имя величины, q_2 – ссылка на словарную статью, описывающую q_1 .

К аксиомам теории T отнесем:

1. законы теории T ;
2. определения теории T ;
3. теоремы теории T и следствия из них.

Тогда модель теории T можно представить как совокупность множеств, образующих знания о теории T :

$$T = \{A, \Omega, AC, P\}, \text{ где}$$

$A = \{V, C, Z, S\}$ – алфавит теории T , в котором V – множество переменных, C – множество констант, Z – упорядоченное множество по приоритету знаков операций, S – множество разделительных символов;

$\Omega = \{\tau\}$ – множество правил построения формул теории T ;

$AC = \{ac\}$ – аксиомы теории T ;

P – правила вывода (система подстановок).

В качестве правил вывода будем использовать метод систем ориентированных подстановок, который впервые предложил Э. Пост [3, 4].

В общем виде система подстановок описывается следующим образом:

$$P = \begin{cases} x \rightarrow y \\ y \rightarrow x \end{cases}.$$

Так как, аксиома по своему определению представляет собой правила преобразования одних формул в другие, то ее можно описать в виде ориентированной системы подстановок, например, аксиома $A \cup \emptyset = A$ может быть представлена как система ориентированных подстановок:

$$ac = \begin{cases} A \cup \emptyset \rightarrow A \\ A \rightarrow A \cup \emptyset \end{cases}.$$

Таким образом, каждая аксиома ac_i будет преобразовываться в систему ориентированных подстановок P . Введем индекс i , который идентифицирует номер подстановки в системе. Тогда система ориентированных подстановок будет иметь вид:

$$P = \begin{cases} (1) x \rightarrow y \\ (2) y \rightarrow x \end{cases}.$$

При формировании множества аксиом AC теории T аксиома ac_i будет разбиваться на две части правую и левую. В подстановке с индексом (1)

левая часть будет приравняться значению x , а правая – y . В подстановке с индексом (2), наоборот, левая часть будет приравняться значению y , а правая – x . Из этого следует, что аксиома ac_i будет задаваться как пара: $ac_i=(ac_{i1}, ac_{i2})$, причем ac_{i2} может иметь значение nil .

Алгоритм построения дерева решений:

На первом шаге алгоритма выбираем формулу $f_1 \in A_p^*$ и поочередно применяем к ней аксиому ac_1, ac_2, \dots, ac_n , до тех пор, пока полученная в результате формула не станет равна формуле $f_2 \in A_p^*$. Как только сравнение дало положительный результат, переходим на следующий шаг алгоритма и считаем, что формула f_2 выводима, $f_2 \in A_v^*$.

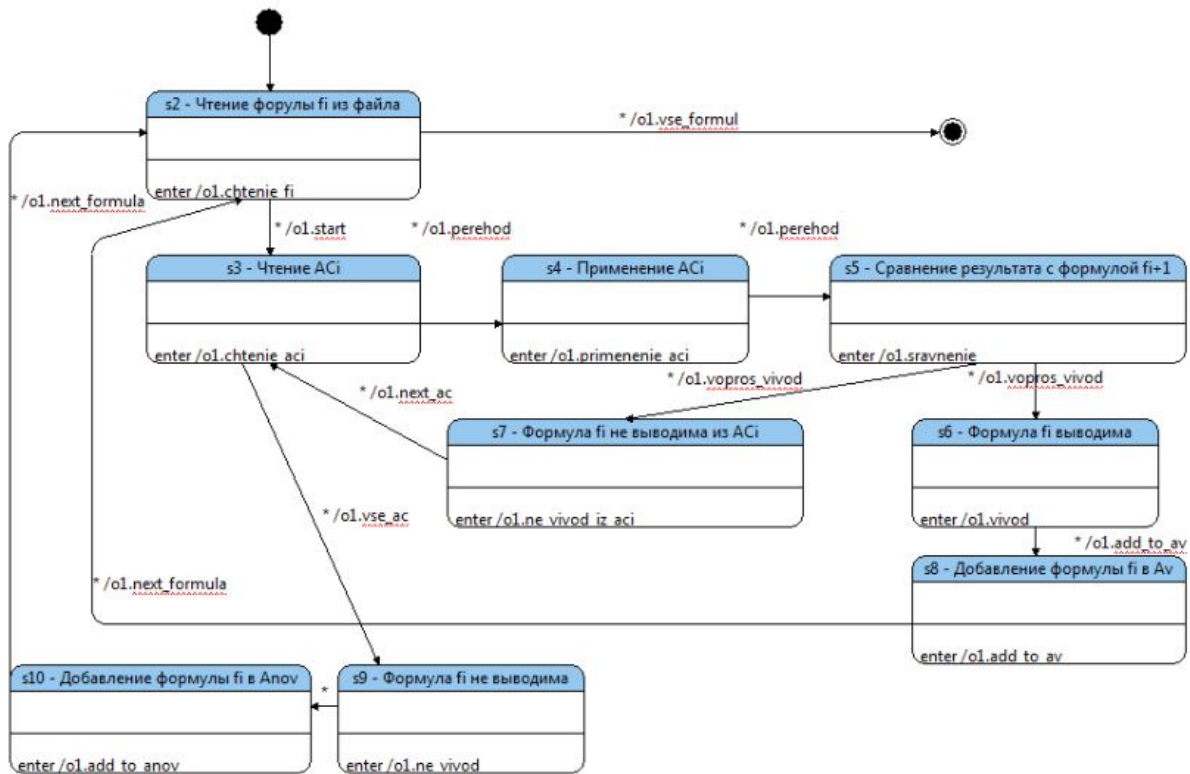


Рисунок 2 – Структура автомата Построение дерева решений

На втором шаге алгоритма выбираем формулу $f_i \in A_p^*, i=2 \dots n-1$ и поочередно применяем к ней аксиому ac_1, ac_2, \dots, ac_n , до тех пор, пока полученная в результате формула не станет равна формуле $f_{i+1} \in A_p^*, i=2 \dots n$. Как только сравнение дало положительный результат, переходим на следующий шаг алгоритма и считаем, что формула f_i выводима, $f_i \in A_v^*$.

На заключительном шаге алгоритма выбираем формулу $f_i \in A_p^*, i=n-1$ и поочередно применяем к ней аксиому ac_1, ac_2, \dots, ac_n , до тех пор, пока полученная в результате формула не станет равна формуле $f_{ответ} \in A_p^*$. Как только сравнение дало положительный результат, заканчиваем алгоритм и считаем, что ответ студента является верным.

В том случае, если на каком-то из шагов алгоритма возникла ситуация, что при сравнении, ни одна из полученных в результате

применения аксиом АС формул не совпала с формулой $f_{i+1} \in A_p^*, i=1...n$, считать $f_i \in A_p^*, i=1...n$ не выводимой и завершаем алгоритм, считая что ответ студента является не верным.

Для построения дерева решений разработан конечный автомат (рис. 2). На рисунке 3 изображено дерево решений, построенное по данному алгоритму.

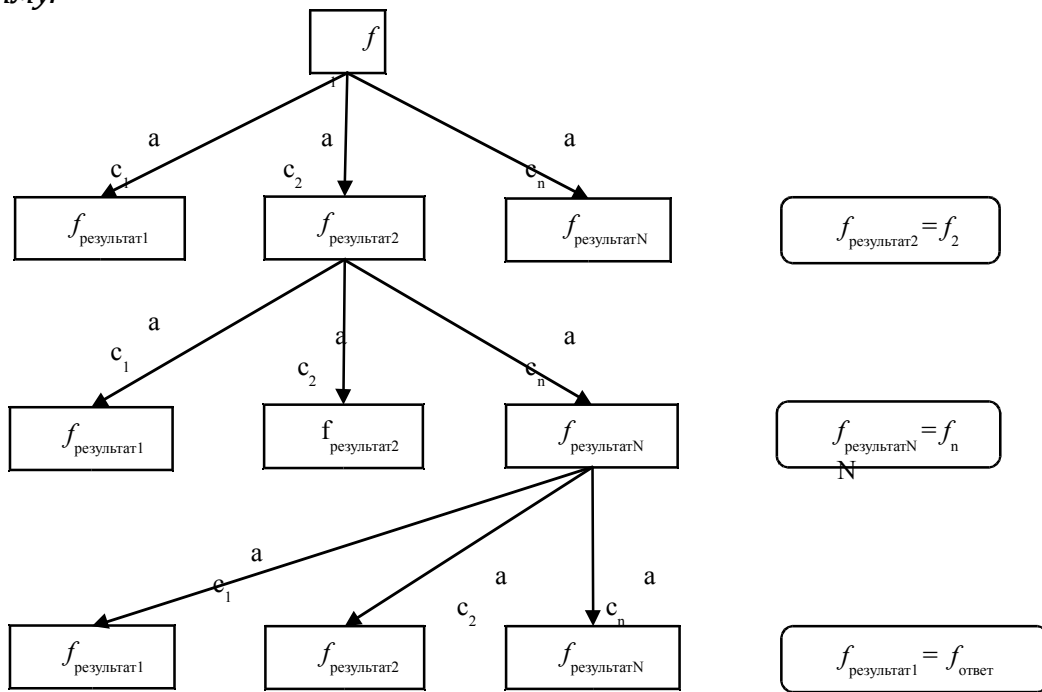


Рисунок 3 – Пример дерева решений

Алгоритм « Определение степени правильности ответа»

Для определения степени правильности ответа необходимо разработать нечеткую модель оценивания тестовых заданий «Типовая задача».

Алгоритмы нечеткого вывода различаются главным образом видом используемых правил, логических операций и разновидностью метода дефазификации. Известны модели нечеткого вывода Мамдани, Сугено, Ларсена, Цукамото. В работе использовался алгоритма Мамдани, который является наиболее распространенным.

Для разработки нечеткой модели необходимо определить входные и выходные лингвистические переменные, провести их шкалирование, выбрать для них функции принадлежности, определить метод дефазификации и построить базу нечетких продукционных правил.

Экспериментальные исследования показали, что для процесса оценивания результатов тестирования достаточно шкалы $L_1=[-5,...,0,...,5]$ (табл. 1) для входных переменных и $L_2=[-3,...,0,...,3]$ (табл. 2) для выходных. Каждый терм (tr_i) лингвистической шкалы представляет собой нечеткое множество:

$$\tilde{A}_i = \sum_{i=1}^k \mu_A(u_i)/u_i, \text{ где } u \in U = [0;1]$$

Для наглядности в таблицах 2.1 и 2.2 градуировка шкал приведена в соответствие со значениями центров *MidIn* (*MidOut*) ядер *Core* нечетких множеств \tilde{A}_i , равномерно градуированными на универсуме $U = [0;1]$. По С.Д. Штовба [7] ядром нечеткого множества называется четкое подмножество универсального множества U , элементы которого имеют степени принадлежности, равные единице: $Core(tr_i) = \{u \mid \mu(tr_i) = 1\}$, где $tr_i \in TR_{In} \mid TR_{Out}, u \in U$, TR_{In} – терм-множество входных лингвистических переменных, TR_{Out} – терм-множество выходной лингвистической переменной.

Таблица 1 – Шкала входных лингвистических переменных (L_1) **Таблица 2** – Шкала выходной лингвистической переменной (L_2)

Оценк а в балла х	MidIn	Значение лингвистической переменной	Оценк а в балла х	MidOut	Значение лингвистической переменной
		Терм-множество (TR_{In})			Терм-множество (TR_{Out})
-5	(0,0)	очень-очень низкий	-3	(0,000)	очень-очень низкий
-4	(0,1)	очень низкий	-2	(0,166)	очень низкий
-3	(0,2)	почти очень низкий	-1	(0,333)	низкий
-2	(0,3)	низкий	0	(0,500)	средний
-1	(0,4)	почти низкий	1	(0,666)	высокий
0	(0,5)	средний	2	(0,833)	очень высокий
1	(0,6)	почти высокий	3	(1,000)	очень-очень высокий
2	(0,7)	высокий			
3	(0,8)	почти очень высокий			
		очень высокий			
4	(0,9)	очень-очень высокий			
5	(1,0)	очень-очень высокий			

Определение функции принадлежности

С помощью функции принадлежности осуществляется перевод четкого значения входной лингвистической переменной в нечеткую переменную $tr \uparrow TR_{In}$. Экспериментальным путем была выбрана колоколообразная функция принадлежности для входных и выходной лингвистических переменных (рис. 4) [8].

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad (1)$$

где $b \geq 1$ – коэффициент концентрации, определяющий ядро нечеткого множества *Core*, $a > 0$ – коэффициент, который характеризует ширину функции принадлежности, c – центр ядра нечеткого множества $c = \text{MidIn}$ (*MidOut*).

Определение метода дефаззификации

Дефаззификация в системах нечёткого вывода представляет собой процедуру нахождения четких значений выходных переменных, в наибольшей степени отвечающих входным данным и базе продукционных правил. Полученные значения выходных переменных могут быть использованы внешними по отношению к системе нечеткого вывода устройствами или системами.

Для преобразования значения нечеткого терма в численное значение выходной лингвистической переменной экспериментальным путем был выбран *метод центра тяжести*. Центр тяжести нечеткого множества, полученного на этапе аккумуляции, вычисляется по формуле:

$$y = \frac{\int_{Min}^{Max} x \cdot \mu(x) dx}{\int_{Min}^{Max} \mu(x) dx} \quad (2)$$

где x – переменная, соответствующая выходной лингвистической переменной *Out*;

$\mu(x)$ – функция принадлежности выходной лингвистической переменной *Out*; *Min* и *Max* – левая и правая точки интервала носителя нечёткого множества рассматриваемой выходной лингвистической переменной *Out*.

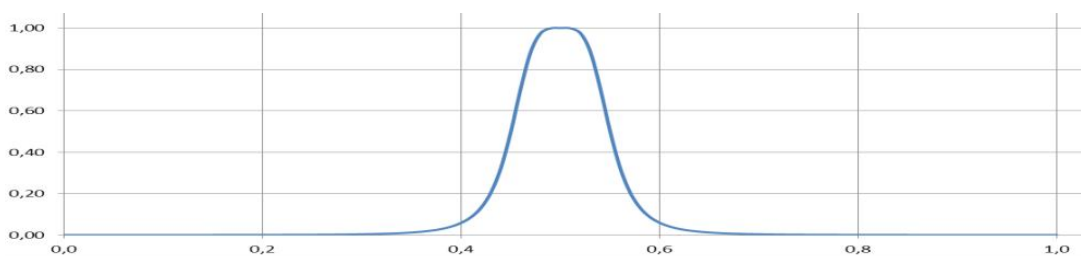


Рисунок 4 – График колоколообразной функции принадлежности при параметрах $(a, b, c) = (0.05, 2, 0.5)$

Формирование базы нечетких продукционных правил системы нечеткого вывода

Нечеткий логический вывод осуществляется на базе знаний, представляющей собой систему нечетких продукционных правил. Базу знаний, как правило, строит эксперт вручную. Это очень трудоемкая и сложная работа. В связи с этим разработан алгоритм формирования базы нечетких продукционных правил.

База нечетких продукционных правил представляет собой конечное множество правил $Pr = \{Pr_1, \dots, Pr_n\}$, согласованных относительно

используемых в них входных лингвистических переменных $In=\{In_1,\dots,In_k\}$ и выходных лингвистических переменных $Out=\{Out_1,\dots,Out_t\}$. При этом под нечетким продукционным правилом понимается выражение вида [9]:

$$(i): Q; P; A \Rightarrow \beta B; S; F; N,$$

где (i) – имя нечеткой продукции;

Q – сфера применения нечеткой продукции;

P – условие применимости ядра нечеткой продукции;

$A \Rightarrow B$ – ядро нечеткой продукции, где

A – условие ядра (антецедент);

B – заключение ядра (консеквент);

S – метод определения количественного значения степени истинности заключения ядра;

F – коэффициент определенности или уверенности нечеткой продукции;

N – постусловия продукции.

Антецедент A и консеквент B нечеткого продукционного правила Pr определяется как нечеткое лингвистическое высказывание следующих видов:

1. высказывание « In есть tr », где In имя лингвистической переменной, tr ее значение, которому соответствует отдельный лингвистический терм из базового терм-множества TR лингвистической переменной In .
2. высказывание « In есть ∇tr », где ∇ модификатор, соответствующий таким словам, как: «ОЧЕНЬ», «ПОЧТИ», «ОЧЕНЬ-ОЧЕНЬ» (ЭКСТРА) и др.
3. составные высказывания (подусловия или подзаключения), образованные из высказываний видов 1 и 2 и нечётких логических операций в форме связок: «and», «or», «not» «if – then».

Исходная информация алгоритма:

– множество входных лингвистических переменных $In=\{In_1,\dots,In_k\}$, где k количество входных переменных;

– выходная лингвистическая переменная Out ;

– симметричная функция принадлежности $\mu(Out)$ для выходной лингвистической переменной;

– нечеткая логическая операция «and» в подусловиях нечетких продукционных правил;

Основные этапы алгоритма.

1. Сформируем множество подусловий нечетких продукционных правил вида $ir_{il} = (In_i \text{ есть } tr_l) \in IR_i$, где $tr_l \in TR_{in}$, $i=1..k$, $l=1..|TR_{in}|$. Для этого с каждой входной лингвистической переменной In_i построим декартово произведение $\{In_i\} \times TR_{in}$ и зададим на нем полное соответствие «есть»: $In_i \rightarrow tr_l$.
2. Сформируем множество заключений нечетких продукционных

правил вида $cr_i = (Out\ есть\ tr_m) \in CR$, где $tr_m \in TR_{Out}$, $m=1..|TR_{Out}|$. Для этого аналогично построим декартово произведение $\{Out\} \times TR_{Out}$ и зададим на нем полное соответствие «есть»: $Out \rightarrow tr_m$.

3. Сформируем нечеткие продукционные правила pr_j . Для этого построим декартово произведение $D = IR_1 \times \dots \times IR_k \times CR$. В каждом компоненте $d_j = (ir_{1q}, \dots, ir_{kg}, cr_s) \in D$, добавим ключевые элементы правила pr_j : оператор «if», логическую операцию «and» и оператор «then». Оператор «if» определяет начало правила, операция «and» соединяет подусловия компонента d_j , оператор «then» соединяет подусловия ir_{il} с заключением cr_s .

4. Таким образом, генерируется база нечетких продукционных правил PR , отвечающая требованию полноты, но обладающая свойством противоречивости. Устранение противоречивости базы знаний происходит путем поиска минимального покрытия $MinPR$ базы правил PR .

5. Для каждого условия правила pr_j вычислим t-норму. t-норма (дополнительная бинарная операция T на $[0;1] \times [0;1] \rightarrow [0;1]$) вычисляется как вероятностное пересечение центров ядер $MidIn_i$ нечетких множеств \tilde{A}_i , термы которых tr_i входят в подусловия $ir_{il} = (In_i\ есть\ tr_i)$ правила pr_j : $T_j(MidIn_1, \dots, MidIn_k) = \prod_{i=1}^k MidIn_i$.

6. Вычислим отклонение t-нормы от центра ядра $MidOut$. Для нечетких множеств \tilde{A}_m , термы tr_m которых входят в заключение $cr_i = (Out\ есть\ tr_m)$ правила вычислим отклонение t-нормы от центра ядра $MidOut$: $\Delta_j = |T_j - MidOut_j|$.

7. Определим α -сечение нечеткого множества \tilde{A}_m , каждого терма $tr_m \in TR_{Out}$: $\alpha_j = \frac{|MidOut_{j+1} - MidOut_j|}{2}$.

8. Отбор правил в минимальное покрытие $MinPR$. Если $\Delta_j \leq \alpha_j$, то правило pr_j включаем во множество $MinPR$, т.е. $pr_j \in MinPR$.

Таким образом, генерируется база нечетких продукционных правил PR , отвечающая требованию полноты и непротиворечивости.

Используя данный способ, были построены две базы правил: первая – для определения степени правильности ответа на задания типов «Подстановка» и «Воспроизведение», содержащая 121 правило; вторая – для определения степени правильности решения типовой задачи, содержащая 22 правила. Ниже приведены примеры полученных правил.

if In_1 =очень-очень высокая **and** In_2 =почти очень высокая **then** Out =высокая

if In_1 =средняя **and** In_2 =очень-очень высокая **then** Out =средняя

if In_1 =низкая **and** In_2 =почти очень высокая **then** Out =низкая

Вычислительные эксперименты

Рассмотрим экспериментальное тестирование базы нечетких продукционных правил. Для этого был разработан тест, по которому было проведено тестирование студентов, результаты которого оценивала группа экспертов по шкале [0;1]. На основе экспертных оценок был проведен анализ, определивший согласованность мнений экспертов путем вычисления коэффициентов вариабельности. Этот же тест был оценен с помощью нечеткого регулятора. Результаты описанных вычислений приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты оценивания заданий теста

№	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Оценка эксперта	Оценка, нечеткого регулятора	Отклонение от оценки эксперта
1	1	1	1	1	1	1	0,98	0,02
2	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,68	0,63	0,05
3	1	1	1	1	1	1	0,98	0,02
4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,62	0,02
5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,4	0,58	0,56	0,02
6	1	1	1	1	1	1	0,98	0,02
7	0,7	0,8	0,7	0,9	0,8	0,78	0,76	0,02
8	0,6	0,8	0,6	0,6	0,5	0,62	0,62	0
9	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,42	0,45	0,03
10	1	1	1	1	1	1	0,98	0,02

Анализ результатов тестирования баз нечетких продукционных правил показал, что отклонение оценки нечеткого регулятора от оценки эксперта не превышает 0.05, что говорит о корректности разработанных баз нечетких продукционных правил, предназначенных для оценивания заданий открытого типа, и отражающих корректность работы разработанных способов.

Заключение

В итоге работы был разработан алгоритм анализа дерева решений и оценки его корректности методом доказательства теорем, для заданий, требующих в качестве ответа написание хода решения и конечного результата поставленной задачи. Основными этапами которого являются: *Анализ формул на правильное построение, Построение дерева решений, Определение степени правильности ответа.*

Литература

1. Акобир Шахиди. Деревья решений - общие принципы работы. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.basegroup.ru/library/analysis/tree/description/>

2. Найханова Л.В. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования: монография. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СОРАН, 2008. 244 с.
3. Маслов С.Ю. Некоторые свойства аппарата канонических исчислений Э. Поста. [Электронный ресурс]. URL: - http://www.mathnet.ru/php/getFT.phtml?jrnid=tm&papered=1608&what=fullt&option_lang=rus.
4. Чень Ч., Р. Ли Математическая логика и автоматическое доказательство теорем / Под ред. С.Ю. Маслова. М.: Наука, 1983. 360 с.
5. Видео урок – «Отладка приложения в UniMod». [Электронный ресурс]. URL: -<http://unimod.sourceforge.net/viewlet/debugger-demo-rus.html>.
6. Видео урок – «Разработка приложения в UniMod». [Электронный ресурс]. URL: -<http://unimod.sourceforge.net/viewlet/animated-demo-rus.html>.
7. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс]. URL: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1.php>.
8. Зайченко Ю.П., Заяц И.О. Исследование разных видов функций принадлежности параметров нечетких прогнозирующих моделей в нечетком методе группового учета аргументов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gmdh.net/articles/usim/Zaychenko.pdf>.
9. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 736 с.

Параллельные вычисления в системах визуализации данных

Важнейшая задача, которую приходится решать разработчикам средств автоматизации для управления распределенными системами обслуживания (PCO), связана с необходимостью снижения информационной нагрузки на диспетчеров. При этом информативность оперативных данных должна быть достаточной для принятия ими обоснованных решений. Представим процесс принятия оператором решения как выработку некоторого управляющего воздействия D на систему:

$D=F(PR)$ где $\{P\}$ – вектор параметров, описывающих текущее состояние системы, а вектор $\{R\}$ целевое. Эффективность процесса управления оценивают с помощью различных критериев, одним из которых является время, затрачиваемое оператором на формирование управляющего воздействия. Оперативность работы диспетчеров зависит от объема данных о состоянии системы (PR) и способах их представления. В работе описывается подход к снижению нагрузки на операторов за счет использования динамической визуализации информации [1] на разных стадиях процесса управления.

В общем случае, под визуализацией понимается процесс представления некоторых данных в графическом виде. Визуализация является одним из важнейших средств, облегчающих понимание явлений, описанных данными большого объема. Одной из важнейших функций систем управления PCO является задача распределения нагрузки между исполнительными устройствами или подсистемами. Эта задача ложится на плечи диспетчеров или операторов систем. При интеграции PCO число объектов в системе возрастает линейно, а объем информации (PR) , необходимой для управления ими, растет квадратично. Это значительно увеличивает нагрузку на операторов систем. Выходом из сложившейся ситуации, который рассматривается в работе, является использование средств визуализации для компактного представления данных.

Существующие системы управления PCO достигли значительных успехов в автоматизации функций сбора и отображения данных, преследуя цель снабдить оператора как можно более полной информацией о состоянии системы $\{P\}$ и входных воздействиях на нее в виде поступающих заявок $\{Q\}$, для повышения обоснованности управляющего воздействия D . При этом вопросам автоматизации непосредственно управления уделяется

меньшее внимание. Однако такой подход приводит к необходимости анализа операторами все больших объемов информации. В чем же заключается причина подобных тенденций? Ответ на этот вопрос связан с тем, что реализация функции управления требует внесения в систему поддержки принятия решений весьма существенных интеллектуальных признаков, а это плохо формализуемые процедуры.

В качестве альтернативы описанному подходу, предлагается не увеличивать, а уменьшать размерность вектора $\{P\}$, автоматически исключая из рассмотрения оператором те параметры, которые не оказывают влияния на качество D . Такой подход можно назвать *динамической визуализацией* данных, поскольку он предполагает *изменение* числа параметров системы выводимых на пульт оператора. Динамическая визуализация не должна исключать возможность управления системой в ручном режиме, она является только вспомогательной функцией.

Рассмотрим экспериментальную модель системы управления РСО с функцией динамической визуализации данных. В общем случае на пульте оператора должна быть представлена следующая информация о состоянии РСО:

1. Мониторинг обслуживаемой территории.
2. Отображение имеющихся ресурсов.
3. Отображение поступающих заявок.
4. Текущее распределение ресурсов.

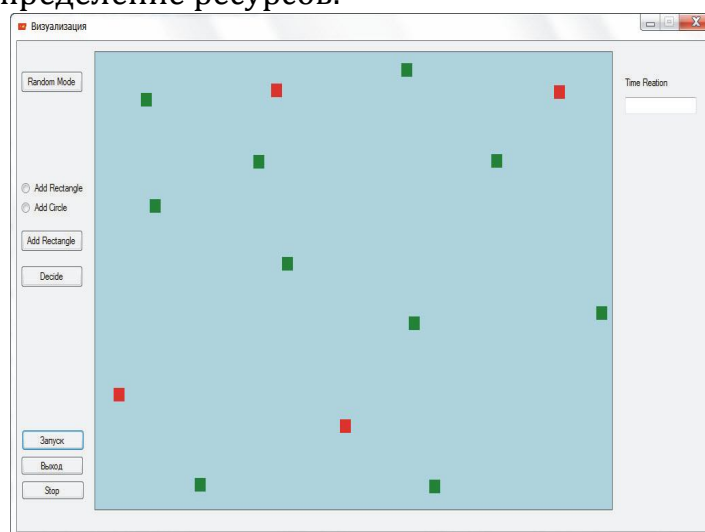


Рис. 1. Пульт оператора системы управления.

Мониторинг обслуживаемой территории предполагает наличие на пульте оператора информации о состоянии транспортной сети, климатической и техногенной обстановке. Диспетчеру для принятия обоснованного решения необходимы данные не только о текущем положении исполнительных элементов и заявок, но и их характеристики. Пульт оператора, отвечающий минимальным требованиям к информативности данных, представлен на рисунке 1. Для простоты информация о состоянии транспортной сети на этом рисунке не показана.

Как только заявка на обслуживание поступает в систему, она сразу отображается на экране, одновременно с информацией об обслуживаемых ресурсах. После этого оператор системы может осуществлять распределение ресурсов в ручном режиме.

Для проведения исследований эффективности метода динамической визуализации были реализованы два варианта отображения обслуживаемых ресурсов и заявок. В первом варианте координаты объектов формируются с помощью генератора случайных чисел, а во втором читаются из тестового файла. Ниже представлен фрагмент программы на языке C#, которая выполняет отображение имеющихся ресурсов:

```
for (i = 0; i < Resource.Count; i+=2)
{
    Graphic g = this.Creategraphics();
    g.DrawRectangle(Pens.Green, Resource[i],Resource[i + 1],15,15);
    g.FillRectangle(Brushes.Green, Resource[i], Resource[i + 1], 15, 15);
}
```

Сначала данные об обслуживаемых ресурсах, хранящиеся в файле, передаются в контейнер *Resource* и с его помощью отображаются на пульте оператора в виде прямоугольников зеленого цвета. Количество обслуживаемых объектов определяется числом записей в файле.

Аналогичный фрагмент программы выполняет функцию отображения поступающих в систему заявок:

```
for (i = 0; i < Query.Count; i += 2)
{
    Graphic g = this.Creategraphics();
    g.DrawRectangle(Pens.Red, Query[i], Query[i + 1], 15, 15);
    g.FillRectangle(Brushes.Red, Query[i], Query[i + 1], 15, 15);
}
```

Если для получения координат поступающих заявок используется генератор случайных чисел, то они передаются в контейнер *Query* для последующего отображения на пульте оператора в виде прямоугольников красного цвета.

В приложении к задаче диспетчеризации мы можем использовать принцип динамической визуализации для ограничения зоны принятия решения (рис. 2).

На рисунке 2 автоматически выделена зона, включающая заявки и ближайшие к ним свободные обслуживаемые объекты. При нажатии на кнопку *Decide* происходит автоматическое распределение заявок с помощью одного из алгоритмов решения задачи назначения на узкие места. Если оператор согласен с предлагаемым решением, он нажимает кнопку *Accept* (*принять*) и передает информацию о заявках соответствующим обработчикам. Если найденное решение не устраивает оператора, он нажимает кнопку *Deny* (*отказ*) может либо произвести

распределение заявок вручную или сформировать новую зону для автоматического решателя с помощью команды *Add Rectangle*.

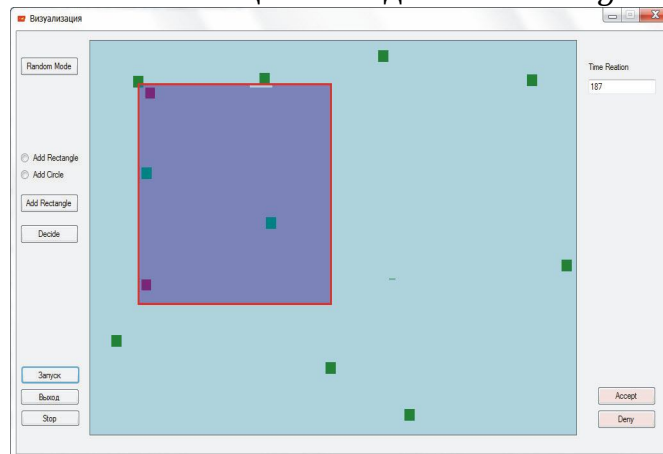


Рис. 2. Режим динамической визуализации.

Предлагаемый подход требует весьма существенного расширения функций систем визуализации, она трансформируется в специализированный графический редактор [2].

Необходимо отметить, что и выделение ограниченной зоны на дисплее оператора, и автоматическое распределение заявок являются вычислительно сложными задачами, для решения которых системе поддержки принятия решений отводится ограниченное время. Кроме того, автоматизация процесса управления будет эффективна только в том случае, когда формируемые решения не будут уступать тем, которые получает диспетчер. Это значит, что мы должны использовать для вычисления $D=F(P,R)$ алгоритмы оптимизации, обеспечивающие точное решение в широком диапазоне размерностей. Следовательно, необходимо решать задачу диспетчеризации *точно и быстро*.

Удовлетворить эти противоречивые требования можно с помощью многоядерных микропроцессоров, позволяющих реализовывать параллельные алгоритмы оптимизации.

Для оценки целесообразности включения динамической визуализации в систему управления требуется проведение натурных экспериментов с участием диспетчеров и имитацией режимов стационарной и пиковых нагрузок.

Литература

1. Тхан Зо У. Использование средств визуализации в моделях управления // 17-я Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: МИЭТ, 2010.

2. Лупин С.А., Тхан Зо У, Тан Шейн. Функциональный графический редактор в системах поддержки принятия решений. // Информационные технологии, электронные приборы и системы: материалы Международной научно-практической конференции: Минск, 2010.

Чусавитин М.О.

НИУ ВШЭ, аспирант
chusavitin@gmail.com

Применение ИТ-решений при управлении непрерывностью бизнеса

В современном информационном обществе наблюдается растущая зависимость успешности бизнеса от эффективной и непрерывной работы информационной инфраструктуры. Информатизация и автоматизация всех сфер человеческой деятельности влечет за собой повышение масштабов производственных аварий и катастроф, которые увеличивают объем ущерба для хозяйствующего субъекта.

По данным МЧС России, на территории Российской Федерации за 2010 год произошло 338 чрезвычайных ситуаций, из них 199 техногенного характера (59%). За 10 месяцев 2011 г. произошло 156 техногенных чрезвычайных ситуаций (без учета техногенных пожаров в жилом секторе и на объектах экономики), что на 11% выше показателей аналогичного периода 2010 г. (140 ЧС). Спектр угроз экономической, физической и информационной безопасности, а также перечень уязвимостей технической инфраструктуры отечественного бизнеса, и в частности корпоративных информационных систем, постоянно растет. При этом, один час простоя обходится в энергетике в сумму более \$ 2,7 млн; в телекоммуникациях - \$ 2 млн; в финансовом секторе - \$ 1,5 млн; в ритейле - \$ 1 млн. (по данным META Group).

Данные тенденции приводят к появлению новых подходов в управлении, связанных с обеспечения непрерывности деятельности ИТ-зависимого бизнеса. В ГОСТе 53647.1-2009 под непрерывность бизнеса (деятельности) понимается «стратегическая и тактическая способность организации планировать свою работу в случае инцидентов и нарушения ее деятельности, направленная на обеспечение непрерывности деловых операций на установленном приемлемом уровне» [1]. Однако, по данным опроса более 1000 компаний проведенного AT&T, у 25% средних и крупных компаний нет плана обеспечения непрерывности бизнеса или иных документов на случай восстановления деятельности компании. Даже среди организаций, обладающих таким планом, 27% не обновляли его в течение года, а 19% — в течение пяти лет, что равносильно его отсутствию. В среднестатистической организации ежегодно происходит примерно 13 незапланированных простоев; средняя продолжительность каждого — 4 часа. В исследовании, проведенном журналом Contingency Planning & Management и компанией KPMG, отмечается, что более 70 % респондентов отметили, что деятельность их фирм прерывалась по различным причинам. Наиболее частыми причинами простоев являются отказ оборудования и

перебои в электропитании (см. рис. 1) [4].

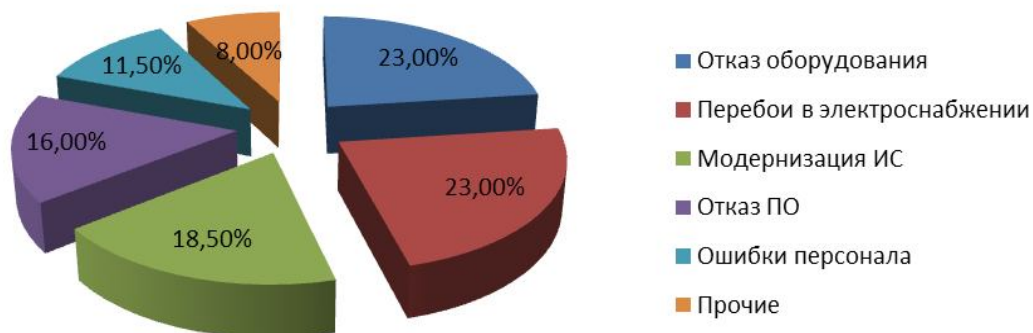


Рис. 1 . Статистика причин сбоев

Согласно исследованию компании Symantec, среди компаний внедривших планирование восстановления 75% респондентов больше всего опасаются потери данных и 62% — высокой стоимости простоя, 56 % — потери доверия клиентов и репутации, 51 % снижения производительности труда соответственно. Однако ликвидация кризисных ситуаций по заранее разработанному плану, как правило, обходится компаниям дешевле, чем решение проблем по мере их возникновения. Практика убедительно свидетельствует о том, что только те компании, которые своевременно воспользовались апробированными рекомендациями по обеспечению НБ, смогли не только избежать крупных аварий, гибели сотрудников, финансовых и материальных потерь, но и повысить уровень устойчивости организации, правильно распределить имеющиеся ресурсы путем концентрации на действительно критичных аспектах деятельности организации.

Таким образом, процесс управления непрерывностью бизнеса (УНБ) представляет собой важную стратегическую задачу для руководства компаний. Технология УНБ является неотъемлемой частью производственной деятельности крупных компаний и государственных организаций, что позволяет им обеспечить практически бесперебойное функционирование в случае чрезвычайных происшествий малого и среднего масштаба и восстанавливать свою деятельность с минимальными, заранее просчитанными убытками в случае широкомасштабных бедствий.

Проблемы, связанные с УНБ, и подходы к ее решению сегодня находят отражение в ряде научных трудах зарубежных и отечественных ученых по экономике, менеджменту, информационной безопасности, кибернетике и информатике. Наибольшее количество исследований сегодня проводится по вопросам УНБ для кредитно-финансовых организаций, определяя возможность и способность банковской сферы переносить катастрофические события как финансового, юридического, так и

физического характера.

Зарубежный опыт в исследовании вопросов планирования непрерывности бизнеса представлен в работах A. Andrew Hiles, Susan Snedaker, John W. Rittinghouse, James F. Ransome, James C Barnes. Наиболее фундаментально концепция непрерывности бизнеса рассмотрена в работах С. Актар и А. Сиид, М. Вайцерок, У. Науекс, Б. Барлетт, Р. Барлетт. В исследовании Patel Paresh K. [6] рассмотрена проблема оценки величины убытков компаний в процессе сбоев (прерываний, простоев) инфраструктуры происходящих по вине Интернет, в случаях недоступности онлайн-сервисов. Автор использует исследовательскую стратегию кейс-стади чтобы понять как Independent Financial Marketing Group (IFMG Независимая Финансовая Маркетинговая Группа) считает стоимость простоев интернет сервисов. Рассмотренные методы и процессы, по которым бизнес определяет цены простоя Интернет-инфраструктуры, могут использоваться и при построении модели непрерывности бизнеса.

Многие ученые и практики сходятся во мнении, что среди объектов, которые оказывают существенное влияние на непрерывность бизнес-процессов, основным является персонал, не без основания считая, что многие бедствия являются разрушительными, поскольку сотрудники организации игнорируют или не могут извлечь уроки из прошлого. Так D. L.Cooke and T.R. Rohleder [7] разработали организационную систему реагирования названную «Обучение инцидентам», при котором инциденты используются для обучения, смягчения волнений и поддержки организаций в процессе предотвращения стихийных бедствий. Формируемая в процессе работы с системой изучения инцидентов поведенческая модель обеспечивает полезную информацию для менеджеров, занимающихся управлением в чрезвычайных ситуациях и обеспечением непрерывности деятельности организации.

Существует ряд организаций, разрабатывающих методологическую базу концепции УНБ. К таким организациям можно отнести Институт УНБ (Business Continuity Institute, BCI), который объединяет профессионалов с целью разработки стандартов и коммерческой этики в названной области.

В России концепция УНБ бизнеса рассматривается и внедряется, прежде всего, как составляющая часть корпоративного управления информационной структуры компании. Многие авторы подчеркивают, что в условиях текущего экономического кризиса в России многократно увеличивается вероятность наступления опасных событий и чрезвычайных ситуаций, которые могут привести к нарушению нормальной деятельности предприятий и организаций, к невозможности выполнения возложенных обязательств перед потребителями и контрагентами, что может повлечь дестабилизацию государства в целом. Большое количество публикаций посвящено практике внедрения СУНБ, эффективному управлению непрерывностью бизнеса с помощью интегрированных средств автоматизации, обзору нормативных документов и стандартов, которые

применяются в работе по управлению непрерывностью бизнеса, управлению рисками и обеспечению информационной безопасности в различных организациях, какие требования предъявляются к организации обеспечения непрерывности бизнеса и его восстановления после прерываний [5, 6, 7, 8, 9 и др.]. Так Башкаев Д.В., рассматривает проблемы повышения вероятности выживания организаций в чрезвычайных условиях, сохранения их основных экономических показателей, избежание экономических, социальных, экологических катастроф, на пути внедрения инновационных технологий управления бизнес-кризисами на основе стандартов менеджмента непрерывности бизнеса (МНБ) [8]. Автор считает МНБ важным элементом успешного бизнес-менеджмента и предпринимательской дальновидности.

Практически во всех названных исследованиях подчеркивается, что разработка программы непрерывности бизнеса позволяет защищать активы организации и снижает возможность простоя, минимизирует потенциальный вред, страховые выплаты и потери; обеспечивает организационную стабильность, а также обеспечивает обслуживание клиентов благодаря доступности жизненно важных ресурсов и непрерывности операций.

В условиях глобальной информатизации наиболее остро стоит проблема, связанная с необходимостью предотвращения негативных последствий глобальной информатизации, противодействия угрозам использования потенциала ИКТ для нанесения ущерба состоянию защищенности интересов различных субъектов в информационной сфере, проблема обеспечения информационной безопасности. В ряде исследований рассматриваются вопросы управления информационной безопасностью в аспекте обеспечения непрерывности бизнеса. Наибольший интерес вызывает обсуждение вопросов, связанных с организацией разработки и внедрения системы менеджмента информационной безопасности и обеспечения непрерывности бизнеса, основные этапы и особенности проектов создания и внедрения указанных систем, ключевые факторы успеха и неудач и трудности с которыми можно столкнуться при реализации подобных проектов.

Вместе с тем, не все аспекты данной проблемы нашли достаточно полное изучение. В частности, представляется, что имеется необходимость поиска более эффективных управленческих решений по УНБ, включающих: интеграцию в бизнес-процессы организации; преодоление фрагментарности, неактуальности СУНБ и несогласованности элементов; приведение стратегии, планов НБ в соответствие с обеспечивающей инфраструктурой; учет новых вызовов и ИТ-угроз; повышение осведомленности персонала.

За последние 5–10 лет в России образовался рынок услуг и продуктов УНБ. Сегодня у нас в стране более 20 компаний предоставляют услуги в данной сфере, в их числе: Business Protection Systems International; Computer

Alternate Processing Sites; Computer Security Consultants, Inc; Hewlett-Packard Business Continuity and Recovery services; IBM Business Continuity and Recovery services; LBL Technology; Recovery Point Systems; SunGard Availability Services и др. Начато преподавание курсов по УНБ на русском языке, где слушатели знакомятся с передовым опытом в области управления проектами по созданию систем УНБ (СУНБ), новейшими программными системами и примерами выхода из реальных кризисных ситуаций; появился отряд сертифицированных профессионалов имеющих практические навыки по созданию и поддержанию СУНБ в организации.

В целом программное обеспечение планирования и УНБ можно условно разделить на следующие категории:

- автономные средства по оценки воздействий на бизнес. Здесь ввод данных производится вручную менеджерами и затем экспортируется в поддерживаемые средства ВСП;
- генераторы планов непрерывности бизнеса. Эти средства представляют собой, по сути, экспертные системы с определенными базами знаний и позволяют сгенерировать актуальный план непрерывности компании;
- базы данных планирования непрерывности данных. Отображают необходимую информацию о планировании непрерывности бизнеса с учетом специфики деятельности компании;
- средства совместного распределенного планирования непрерывности бизнеса. Эти средства позволяют реализовать некоторый корпоративный стандарт обеспечения непрерывности бизнеса в распределенной вычислительной среде.

Использование автоматизированного ПО для управления непрерывностью бизнеса обеспечивает следующие преимущества:

- автоматическое создание планов на основе информации об инфраструктуре компании, бизнес-процессах и приложениях, данных о сотрудниках, контрагентах;
- использование универсальных архитектур баз данных для упрощения процедур анализа риска и развития планов по восстановлению и непрерывности бизнеса;
- упрощение процессов поддержки текущих планов непрерывности бизнеса, ускорение процесса проведения повторного анализа воздействия на бизнес;
- синхронизирование и автоматизированная интеграция с внешними источниками данных - кадровой базой данных, CMDB и т.п.;
- повышение достоверности и эффективности элементов СУНБ;
- снижение затрат на управление непрерывностью деятельности и др.

Многие ученые и практики сходятся во мнении, что среди объектов, которые оказывают существенное влияние на непрерывность бизнес-процессов, основным является персонал, не без основания считая, что

многие бедствия являются разрушительными, поскольку сотрудники организации игнорируют или не могут извлечь уроки из прошлого. Во многих современных компаниях создается организационная структура, непосредственно занимающаяся проблемами обеспечения непрерывности бизнеса (сектор управления непрерывностью деятельности), вводятся должности менеджеров по управлению непрерывностью бизнеса; восстановлению после чрезвычайных обстоятельств; планировщиков непрерывности бизнеса; специалистов по управлению страховыми рисками, ИТ-рисками, проектными рисками; кризис-менеджеров; внутренних аудиторов; менеджеров/директоров ИТ департаментов, менеджеров по обеспечению соответствия законодательным нормам и др.

Для решения проблем подготовки ИТ-специалистов, компетентных в вопросах обеспечения непрерывности деятельности организации на факультете информатики ФГБОУ ВПО «МаГУ» нами разработан учебный курс «Управление непрерывностью бизнеса». При разработке содержания курса мы основывались на требованиях к компетенциям в области менеджмента непрерывности бизнеса (МНБ) и на рекомендациях по составлению программ обучения изложенных в ГОСТе Р 53647.3-2010. Согласно стандарту, сотрудники должны быть компетентны в следующих областях: менеджмент; анализ воздействия на бизнес; оценка риска и управление риском; определение стратегий менеджмента непрерывности бизнеса; координация работ с внешними аварийными службами; ответные меры и оперативное управление в условиях инцидента; разработка и внедрение планов управления в условиях инцидента и планов обеспечения непрерывности бизнеса; обмен информацией об инциденте; планы по поддержке и проведению учений; программы повышения осведомленности и обучения персонала [3, с. 42].

В рамках курса студенты получают представления о методологии и передовых практиках построения систем управления непрерывностью бизнеса. В качестве программной поддержки курса используется решение по управлению непрерывностью бизнеса – Continuity Management Solution компании Sungard Availability Services. Решение обеспечивает поддержку всех фаз жизненного цикла системы обеспечения непрерывностью и восстановления деятельности (ОНиВД). Программное обеспечение для студентов было предоставлено партнером Sungard Availability Services - российским поставщиком услуг на рынке управления непрерывностью бизнеса — компанией «Алмитек».

Платформа Continuity Management Solution содержит 7 продуктов, связанных интегрированной базой данных, что позволяет достичь максимального эффекта от автоматизации отдельных этапов жизненного цикла системы СУНБ:

- LDRPS 10 (Living Disaster Recovery Planning System) – система для создания и поддержания в актуальном состоянии планов обеспечения

- непрерывности бизнеса/аварийного восстановления;
- BIA Professional (Business Impact Analysis Professional) – инструмент для проведения анализа воздействия на бизнес, позволяющий автоматизировать процесс разработки опросных листов, их распространение, сбор и последующий анализ информации;
 - Risk Assessment - продукт для автоматизации процесса оценки рисков помогающий выявлять риски, связанные со стихийными бедствиями, техногенными, технологическими и человеческими факторами, оценить их влияние на объекты инфраструктуры организации, их вероятности и возможные последствия.
 - Work Force Assessment - система онлайн оценки готовности персонала к наступлению чрезвычайной ситуации включающая в себя механизмы сбора и анализа детальной информации о персонале организации и его способности выполнять задачи, связанные с обеспечением непрерывности бизнеса.
 - NotiFind – услуга обеспечения кризисной коммуникации, обеспечивающая в случае наступления ЧС гарантированную доставку сообщений (в том числе, массовую) с поддержкой всех доступных средства связи;
 - [Vendor Assessment](#) – система оценки и скоринга поставщиков позволяющая провести анализ всех поставщиков организации, выявить уязвимости в цепочках поставок как при выборе новых поставщиков на конкурсной основе, так и для оценки надежности уже существующих;
 - [Test Management](#) – система управления тестированием планов позволяющая эффективно планировать проведение тестов, анализировать результаты и формировать планы действий по устранению выявленных проблем;
 - [Incident Manager](#) – система управления в кризисной ситуации позволяющая централизованно управлять информацией, поступающей с места ЧС, обеспечивать эффективную коммуникацию между всеми заинтересованными сторонами, руководить командами восстановления, протоколировать все события для последующего анализа [10].

Факультет информатики МаГУ заключил соглашение об использовании Continuity Management Solution компании Sungard Availability Services при проведении учебного курса для студентов факультета информатики МаГУ в рамках глобальной программы поддержки высших учебных заведений. Подготовка будущих студентов по вопросам МНБ с использованием данного программного обеспечения позволит будущим ИТ-специалистам квалифицировано участвовать в разработке, внедрении, поддержке развития и сопровождения актуальных планов непрерывности бизнеса.

Статья написана в рамках проекта № 8.3023.2011 «Исследование и разработка методов и средств управления непрерывностью бизнеса».

Литература

1. ГОСТ Р 53647.1-2009. Менеджмент непрерывности бизнеса. Часть 1. Практическое руководство. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 998-ст
2. ГОСТ Р 53647.2-2009. Менеджмент непрерывности бизнеса. Часть 2 Требования. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 998-ст.
3. ГОСТ Р 53647.3-2010. Менеджмент непрерывности бизнеса. Часть 3. Руководство по внедрению. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 ноября 2010 г. № 735-ст.
4. Ринг М. Анализ факторов, влияющих на непрерывность бизнеса в новом тысячелетии // CNews: Электронный ресурс. Режим доступа: <http://csm.cnews.ru/reviews/free/security/kpmg.shtml>.
5. Петренко С.А., Беляев А.В. Управление непрерывностью бизнеса. Ваш бизнес будет продолжаться. Информационные технологии для инженеров. – М.: ДМК Пресс; М.: Компания АйТи, 2011. – 400 с.
6. Patel Paresh K. Estimating the cost of internet service outages: a case study of the methods and factors - Capella University, 2009, - p.167.
7. Cooke, D. L., & Rohleder, T.R. . Learning from incidents: from normal accidents to high reliability. System Dynamics Review, 22(3), 2006. - p.213
8. Башкаев Д.В. Внедрение инновационных технологий управления бизнес-кризисами на основе стандартов менеджмента непрерывности бизнеса// Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии и управление бизнес-кризисами». - Режим доступа: <http://www.mba.nnov.ru/conf/008/>
9. Чусавитин М.О. Применение методов имитационного моделирования при управлении непрерывностью бизнеса //Труды Вольного экономического общества России. Том сто шестьдесят четвертый. Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, 2011. - С. 192—200.
10. Sungard Continuity Management Solution. - Режим доступа: <http://www.almitech.ru/index.php?act=uslugi&id=30&pid=2>

Якимович Б.А.,

Ижевский государственный технический университет им.
М.Т.Калашникова, доктор технических наук, профессор
rector@istu.ru

Щенятский А.В.,

Ижевский государственный технический университет им.
М.Т.Калашникова, доктор технических наук, профессор
fmim@istu.ru

Вологдин С.В.

Ижевский государственный технический университет им.
М.Т.Калашникова, кандидат технических наук, доцент
vologdin_sv@mail.ru

Разработка пакета прикладных программ по повышению энергоэффективности системы централизованного теплоснабжения

Аннотация

Программный комплекс «Энергоэффективность» системно объединяет алгоритмы оптимизации параметров многоуровневой системы централизованного теплоснабжения (СЦТ), расчета равновесных температур помещений, комплексного расчета теплогидравлических режимов от теплоисточников до индивидуального потребителя и методы энергоаудита применительно к задаче снижения дисбаланса системы централизованного теплоснабжения.

Концепция построения пакета программ

В соответствии с Федеральным Законом №261-ФЗ [1] первоочередной задачей по экономии энергоресурсов в системе жилищно-коммунального хозяйства страны является повышение энергоэффективности системы теплоснабжения. Одним из методов повышения энергоэффективности путей является снижение дисбаланса СЦТ, выраженного в несоответствии фактических и требуемых тепловых потерь потребителей как на уровне микрорайонов, зданий в целом так и на уровне отдельных помещений.

Как показывает практика, для принятия оптимальных управленческих решений направленных на повышение энергоэффективности СЦТ необходимо задачи анализа теплогидравлического режима и оптимизации параметров на различных уровнях СЦТ решать в комплексе с использованием методов математического и компьютерного моделирования (см. табл. 1).

Табл.1 Система методов повышения энергоэффективности СЦТ

<i>Методы</i>	<i>Достижимая цель</i>	<i>Краткая характеристика (состав задач)</i>
Энергоаудит	Выявление причин неэффективного использования ТЭР, разработка рекомендаций	Проведение энергетического обследования объектов производства, транспортировки и потребления энергетических ресурсов
Оптимизация гидравлических режимов в тепловых сетях	Снижение дисбаланса первого и второго уровня СЦТ. Обеспечение устойчивости работы	Оперативное управление гидравлическим режимом тепловой сети при перераспределении нагрузок между потребителями теплоты
Оптимизация производства и отпуска теплоэнергии	Обеспечение требуемого режима теплотребления с минимальными затратами	Оперативное перераспределение тепловых нагрузок между тепловыми источниками
Оптимизация теплогидравлического режима системы отопления зданий (СОЗ)	Снижение дисбаланса, нормализация теплового режима СОЗ	Оптимизация сопротивлений гидравлических регуляторов. Приведение мощности отопительных приборов к требуемому уровню
Исследование тепло-гидравлических режимов СОЗ	Обеспечение расчетной температуры помещений	Расчет равновесной температуры помещений. Оптимальное проектирование СОЗ

Иерархическая система теплоснабжения состоит из трех уровней:

- первый уровень - сеть магистральных теплопроводов между теплоисточниками и центральными тепловыми пунктами;
- второй уровень - тепловые сети между центральными тепловыми пунктами и зданиями;
- третий уровень - тепловые сети внутри зданий.

Для решения поставленных задач разработан пакет прикладных программ «Энергоэффективность» для принятия управленческих решений по повышению энергоэффективности системы централизованного теплоснабжения, разработанный на основе программной реализации математических алгоритмов снижения дисбаланса системы теплоснабжения, методов энергоаудита, а также компьютерных методов обработки информации для визуализации и анализа информации по различным элементам тепловой сети.

Практическая эксплуатация программного комплекса позволяет решить фундаментальную задачу по снижению дисбаланса в комплексе с

учетом взаимозависимости всех уровней иерархической СЦТ с целью принятия управленческих и технических решений, направленных на снижение дисбаланса на взаимозависимых уровнях системы централизованного теплоснабжения (см. рис. 1).

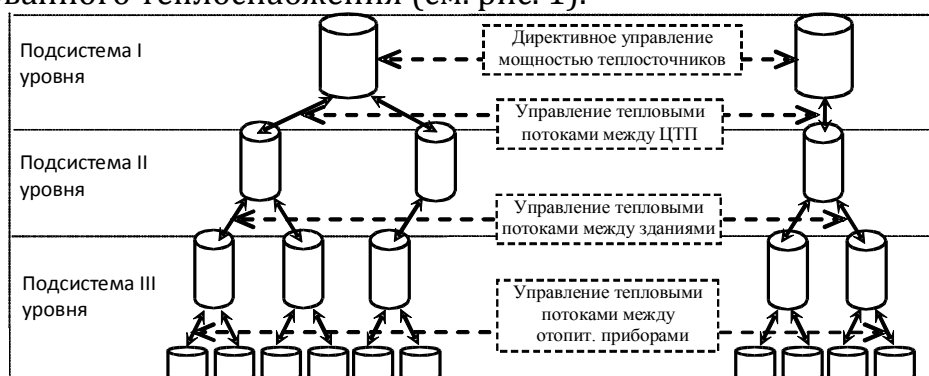


Рис. 1. Обобщенная схема управления тепловыми потоками в системе централизованного теплоснабжения

Комплекс математических моделей и алгоритмов по снижению дисбаланса СЦТ основан на фундаментальных положениях методов системного анализа, моделирования, теории гидравлических цепей и оптимального проектирования [2-4] и включает в себя:

- алгоритм оптимизации мощности теплоисточников (горизонтальная связь на первом уровне) и тепловых потоков между ЦТП (вертикальная связь первого и второго уровней) [5];
- алгоритм оптимизации тепловых потоков между абонентами тепловой сети (вертикальная связь второго и третьего уровней) [6];
- алгоритм оптимизации сопротивлений гидравлических регуляторов системы отопления абонентов на третьем уровне [7].

Пакет программ «Энергоэффективность» разработан коллективом ученых ФГБОУ ВПО ИжГТУ и состоит из следующих программных комплексов:

1. Программный комплекс «Информационно аналитическая система теплоснабжения и энергосбережения» в составе подпрограмм:
 - теплогидравлический расчет отопительной системы зданий;
 - теплогидравлический расчет магистральных и внутриквартальных трубопроводов;
 - расчет температуры помещений в зданиях на основе системы уравнений теплового баланса.
2. Программный комплекс «Энергоаудитор» в составе подпрограмм:
 - расчет эффективности проведения энергосберегающих мероприятий;
 - расчет нормативных потерь в электрических и тепловых сетях;
 - расчет нормативного водопотребления зданий и организаций;
 - расчет тепловых потерь зданий;
 - энергетический паспорт здания.

3. Программный комплекс «Оптимизация тепловой сети» в составе подпрограмм:

- оптимизация мощности теплоисточников СЦТ;
- расчет тарифов на тепловую энергию и водоснабжение;
- оптимизации сопротивлений гидравлических регуляторов системы отопления зданий;
- оптимизация тепловых потоков между абонентами тепловой сети.

4. Программный комплекс «Единая информационно - аналитическая система учета ТЭР в организациях бюджетной сферы УР».

Взаимосвязь функциональных блоков программного комплекса представлена на рис. 2.

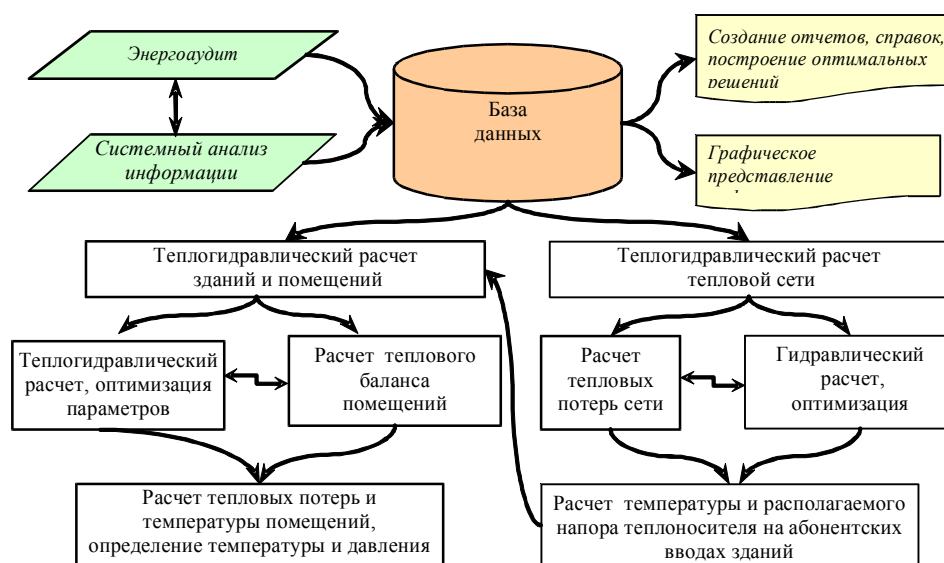


Рис. 2. Взаимосвязь функциональных блоков программного комплекса

Часть разработанного программного обеспечения зарегистрированы в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам и получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ [8-9].

Пакет прикладных программ «Энергоэффективность» позволяет:

- решить задачу по минимизации дисбаланса системы теплоснабжения в комплексе на всех уровнях иерархической системы теплоснабжения с учетом взаимозависимости различных уровней;
- определить оптимальный отпуск тепловой энергии на отопление и горячее водоснабжение, а также оптимальный напор теплоносителя на различных участках многоконтурной тепловой сети при минимизации затрат на производство и транспортировку теплоносителя;
- проводить комплексный автоматизированный теплотехнический расчет многоконтурной тепловой сети (расчет равновесных

температур помещений, тепловых потерь отдельных помещений зданий в целом, распределения расхода и температуры теплоносителя на различных участках системы отопления зданий и тепловой сети);

- проводить технико-экономическое обоснование различных вариантов реализации реформы жилищно-коммунального хозяйства в части экономии тепловых ресурсов и количественного учета потребителей тепловой энергии;
- осуществлять энергоаудит, как отдельных квартир, так и зданий в целом, составлять энергетические паспорта объектов теплопотребления, а также анализировать эффективность различных энергосберегающих процедур.

Программа ИАСТС

Возможности программы [10]:

- обработка графической и цифровой информации о состоянии объектов наблюдения и учета, анализ фактического и нормативного состояния различных элементов тепловой сети;
- расчет гидравлических и тепловых нагрузок зданий, расчет потребляемой тепловой энергии, структуры тепловых потерь зданий и его отдельных помещений, проектирование тепловой защиты зданий;
- расчет параметров теплоносителя в трубопроводах тепловой сети, построение пьезометрического графика.

Программный комплекс ИАСТС был использован в ФГБОУ ВПО ИжГТУ для выполнения следующих проектов и программ:

1. Проведение энергоаудита и создание баз данных графической и цифровой информации для расчета режимов теплообмена и теплоснабжения комплекса зданий, обслуживаемых ЦТП №5 г. Ижевска;
2. Разработка информационно-аналитической системы расчета теплообмена и теплоснабжения комплекса зданий городской больницы №4 г. Ижевска;
3. Усовершенствование технологии производства и распределения тепловой энергии и технико-экономическое обоснование мероприятий по ее экономии санатория «Металлург»;
4. Энергоаудит системы теплоснабжения комплекса зданий студгородка ИжГТУ и ИжСХА, информационно-методическое обеспечение и технико-экономическое обоснование мероприятий по энергосбережению;
5. Информационно-аналитическая система теплообмена и теплоснабжения комплекса зданий поселка «Южный».

Программа «Энергоаудитор»

Программа предназначена для повышения качества и сокращения

сроков проведения энергетических обследований.

Возможности программы:

- ввод и хранение исходных данных;
- расчет нормативных потерь энергии в заданной тепловой (электрической) сети;
- расчет нормативного водопотребления здания;
- технико-экономическое обоснование энергосберегающих мероприятий;
- автоматизированный расчет и заполнение энергетического паспорта зданий;
- вывод результатов расчета в табличном виде, в виде диаграмм, экспорт данных в документ MS Word в соответствии с шаблонами для заполнения отчета по энергетическому обследованию организаций.

Структура программы представлена на рис. 3. Данная программа позволит энергоснабжающим и энергоаудиторским компаниям за счет автоматизации расчетов повысить эффективность своей работы.

Объектом автоматизации являются процессы преобразования информации, связанные с расчетом годовых и удельных расходов теплоэнергетических ресурсов зданий (тепла, электричества, газа) и воды и с формированием необходимой документации (методики построения отчетов).

Программа рассчитывает параметры, необходимые для формирования энергетического паспорта зданий, с возможностью выбора следующих параметров: наружные и внутренние климатических условия, назначение здания, состав и характеристики ограждающих конструкций зданий и пр.

Выходными документами, сформированными при разработке энергетического паспорта зданий, являются:

- отчет по Энергопаспорту согласно «Приложения Д» СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
- отчет согласно Приложения №24 к Требованиям к энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации;
- протокольный отчет согласно «Приложения Г» СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Структура данных для расчета потерь тепла помещениями зданий представляется связанными определенным образом справочными таблицами и таблицами, содержащими данные промежуточных расчетов и характеристик. Поскольку характеристики объекта (здания, сооружения) включают в себя десятки параметров связи между которыми различные (зависимые и независимые друг от друга данные), таблицы связаны всеми видами отношений: «один-ко-многим», «один-к-одному» и «многие-ко-многим». Структуру базы данных представлена на рис. 4.

Программа использовалась специалистами ФГБОУ ВПО ИжГТУ при

проведении энергетических обследований объектов бюджетной сферы Удмуртской Республики, в.т.ч. организаций г. Ижевска, организаций Дебёского, Сарапульского, Малопургинского, Селтинского, Воткинского и Шарканского районов.

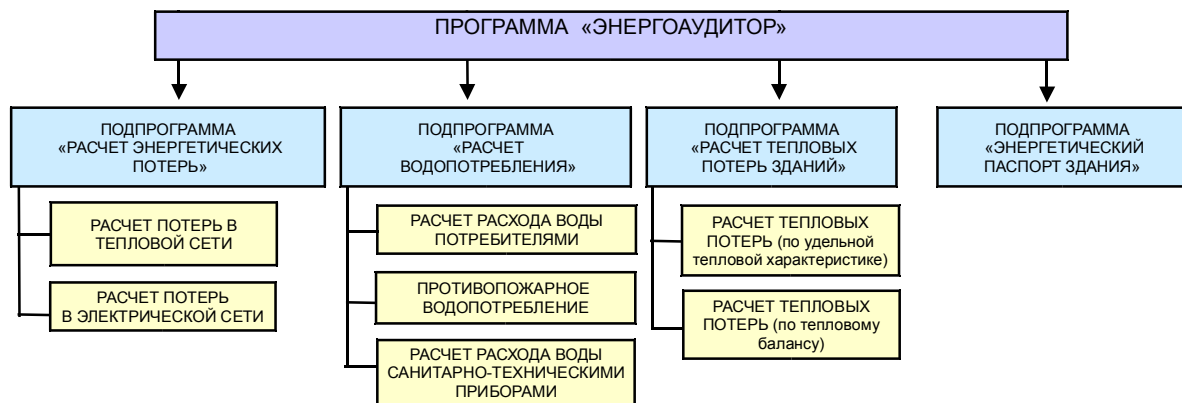


Рис. 3. Структура программы «Энергоаудитор»

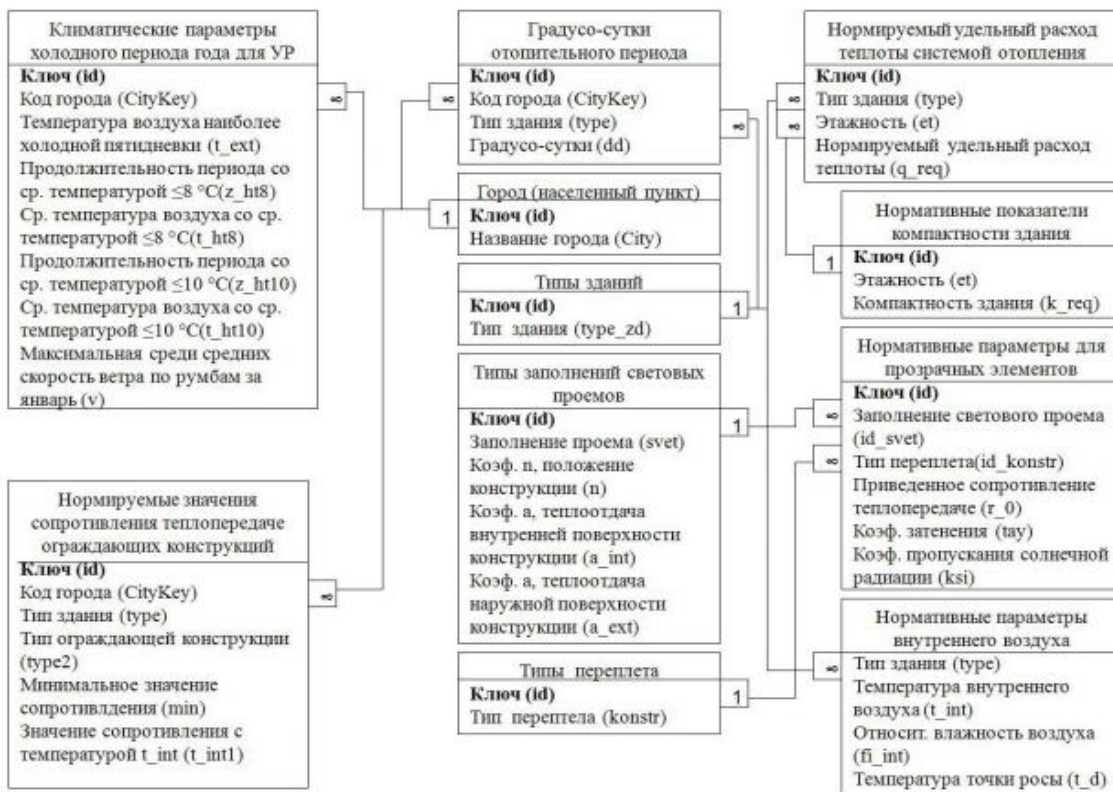


Рис. 4. Схема взаимосвязи таблиц базы данных подпрограммы «Энергетический паспорт здания»

Геоинформационная система «Оптимизация тепловой сети»

Программа обеспечивает выполнение следующих функций [11]:

- создание и редактирование схем тепловых сетей и др. элементов (районы, кварталы, улицы, дома, реки и т.д.), хранение информации по различным элементам тепловой сети;

- гидравлический расчет многоконтурных двухтрубных тепловых сетей, построение пьезометрического графика;
- расчет тарифов на тепловую энергию и водоснабжение;
- оптимизация мощности теплоисточников, напоров насосных станций при неограниченном количестве теплоисточников и абонентов;
- оптимизация сопротивлений гидравлических регуляторов и номенклатурного ряда отопительных приборов зданий;
- оптимизация тепловых потоков между абонентами тепловой сети.

Для графического представления объектов используется векторная модель, поддерживаются основные графические примитивы: полигон, полилиния и окружность. Система сочетает два типа информации – графическую и атрибутивную. Графическая информация – информация о координатах узловых точек примитивов, толщине, цвете линий и т.п. хранится в файле в своем внутреннем формате.

Программа может применяться для проектирования и анализа эффективности работы тепловой сети.

База данных программы «Оптимизация мощности теплоисточников» содержит 37 таблиц, в составе которых 7 основных, имеющих необходимые данные для расчетов и оптимизации процессов, остальные же таблицы служат как справочные или вспомогательные. Структура основных таблиц базы данных приведена на рис. 5, один из фрагментов программного комплекса приведена на рис. 6.

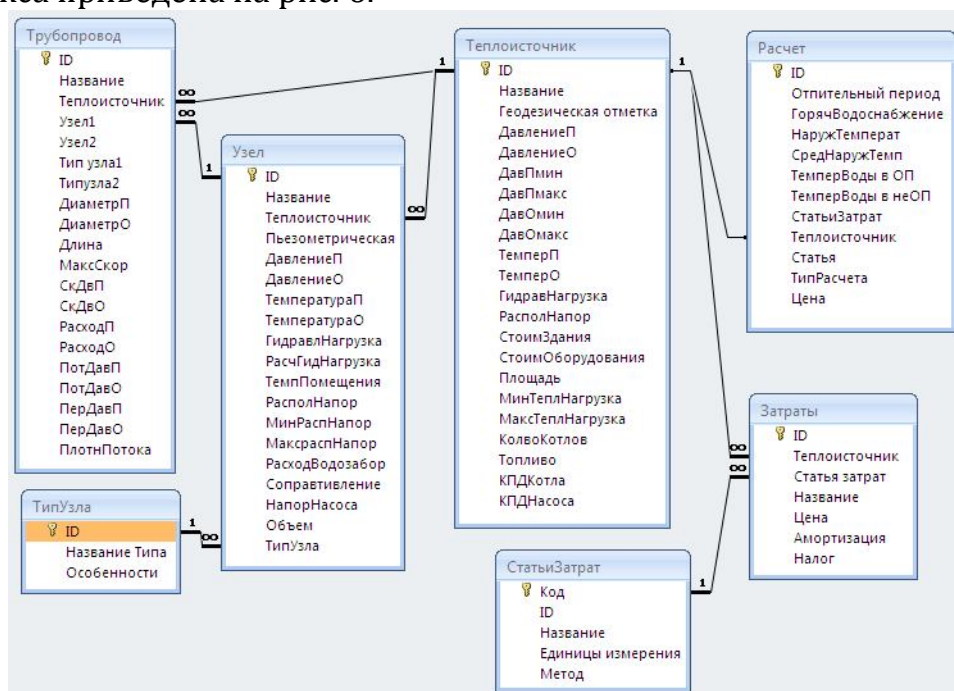


Рис. 5. Схема взаимосвязи таблиц базы данных подпрограммы «Оптимизация параметров тепловой сети»

Применяемые в программном комплексе математические модели по повышению энергоэффективности СЦТ обладают новизной. В частности,

алгоритм оптимизации параметров тепловой сети впервые объединяет алгоритмы определения оптимальных напоров насосных станций, оптимальной производительности теплоисточников для многоконтурной тепловой сети, расчета себестоимости производства тепловой энергии. Алгоритм оптимизации тепловых потоков между абонентами тепловой сети, в отличие от существующих алгоритмов основан на совместном решении задач по оптимизации диаметров сопл элеваторных устройств и расчету равновесных температур помещений абонентов. Новизна алгоритма структурно-параметрического синтеза по снижению дисбаланса отопительной системы зданий заключается в совместном решении задач определения структуры модели «отопительный прибор – термостат» (схема и способ подключения, мощность приборов отопления), оптимизации сопротивлений гидравлических регуляторов (термостатов приборов отопления), расчету равновесных температур помещений.

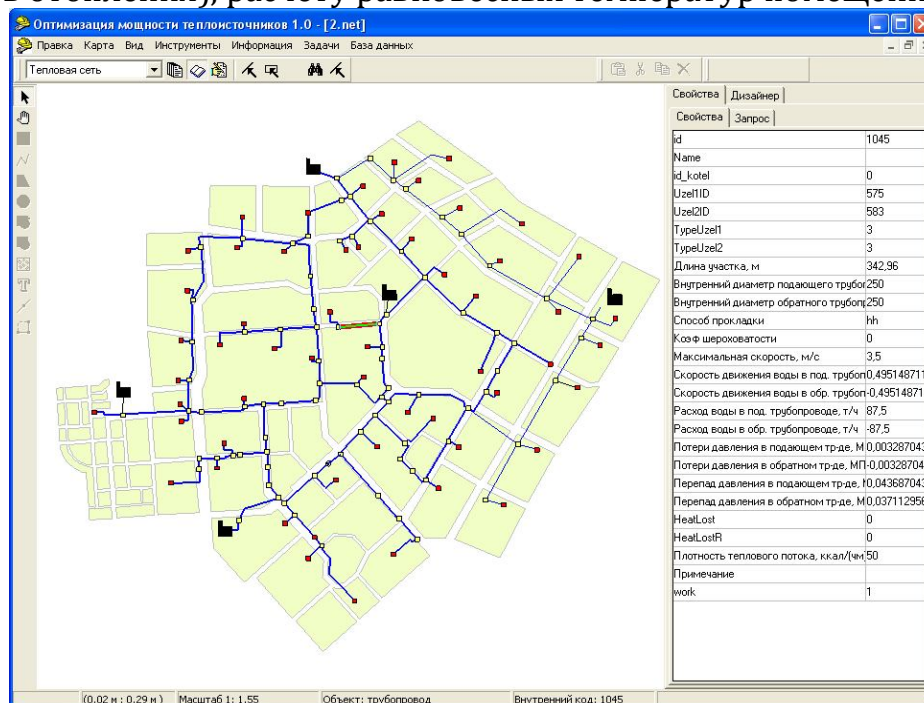


Рис. 6. Расчетная схема системы теплоснабжения

Программа «Единая информационно-аналитическая система учета ТЭР в организациях бюджетной сферы УР»

Данная программа имеет следующие особенности:

- трехуровневая иерархическая ИАС (уровень организации, уровень министерства (районной администрации), республиканский уровень) для осуществления сбора, хранения информации о расходе и лимитирования ТЭР, составления энергетических паспортов зданий и организаций;
- автоматизированная подсистема мониторинга, анализа эффективности использования теплоэнергетических ресурсов (ТЭР) и воды в организациях, финансируемых республиканским и

местными бюджетами.

Ввод исходной информации производится на первом и втором уровне с помощью электронных форм ввода данных. Передача исходной информации от организаций на сервера министерств и муниципальных образований осуществляется по каналам связи. Далее информация передается на центральный сервер (см. рис. 7).

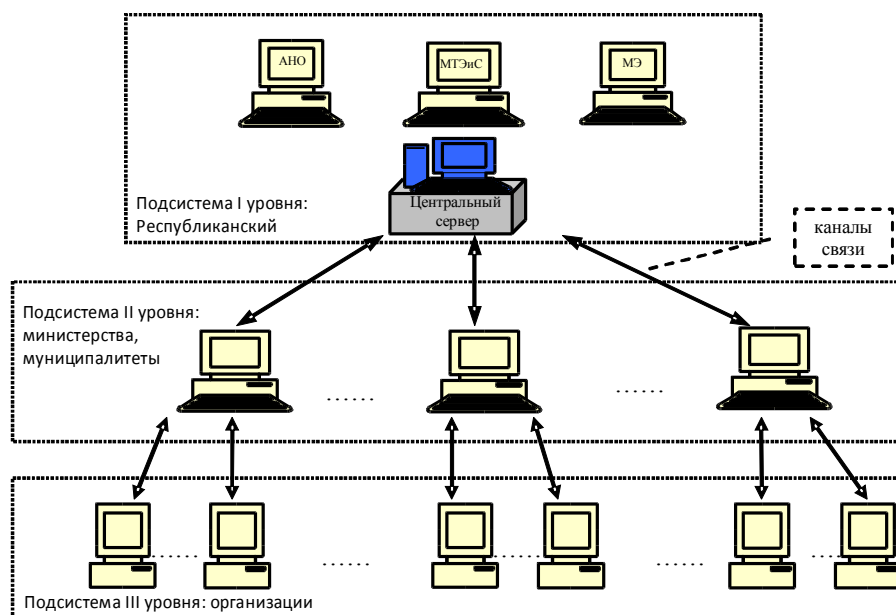


Рис. 7. Управленческая структура ИАС

Алгоритм первоначальной обработки электронных данных включает в себя следующие этапы:

1. формализация данных, характеризующих ТЭР и воду, т.е. представление их в виде удобном для обработки на ЭВМ;
2. сопоставление данных по реестру организаций;
3. выделение тех организаций, по которым нет полных данных;
4. дополнение базы новыми данными по организациям;
5. разделение всех данных на группы;
6. расчет вычисляемых величин.

Для проведения физического анализа определяется состав объектов, по которым он будет проводиться. Объектами могут быть как организации, так и министерства. Данные по энергопотреблению приводятся к единой системе измерения.

В программе производится расчет удельных, расчетно-нормативных показателей потребления ТЭР, а также потенциала энергосбережения в соответствии с принятой методикой. Значения полученных фактических удельных расходов ТЭР энергопотребления сравниваются с нормативными значениями, после чего делается вывод об эффективности энергоиспользования, как по отдельным организациям и министерствам, так и по республике в целом.

Вычисления проводятся на трех уровнях распределенной

многоуровневой ИАС «Учет и анализ расхода ТЭР в организациях бюджетной сферы УР», а именно на уровне организации, на уровне министерства (ведомства) и на республиканском уровне.

ИАС прошла успешную апробацию в Республиканском медицинском информационно-аналитическом центре и в администрации Сарапульского района. В настоящее время разработанный программный комплекс используется в АНО «Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики» для учета и анализа потребления ТЭР в бюджетных организациях районов Удмуртской Республики.

Заключение

Предложенный комплекс системных моделей повышает энергоэффективность функционирования системы теплоснабжения путем минимизации дисбаланса взаимозависимых уровней системы централизованного теплоснабжения до требуемого уровня.

Разработанная методика оптимизации мощности теплоисточников, позволяет минимизировать затраты на производство и транспортировку теплоносителя, определить оптимальный напор теплоносителя на различных участках многоконтурной тепловой сети и как следствие сократить дисбаланс первого уровня СЦТ.

Коэффициент дисбаланса отопительной системы микрорайона (второй уровень СЦТ) в реальных условиях достигает 1,5 единиц. Предложенная математическая модель оптимизации тепловых потоков между абонентами позволяет устранить дисбаланс и привести температуру воздуха зданий к требуемой величине за счет регулирования гидравлического сопротивления абонентов в многоконтурной тепловой сети

Коэффициент дисбаланса отопительной системы зданий (третий уровень СЦТ) достигает 3 единицы. Предложенная математическая модель минимизации дисбаланса отопительной системы зданий позволяет привести температуру воздуха в помещениях зданий к требуемой величине за счет оптимизации сопротивлений гидравлических регуляторов и номенклатурного ряда отопительных приборов с учетом фактического состояния ограждающих конструкций.

Разработанные алгоритмы оптимизации параметров СЦТ и практическая эксплуатация разработанного программного комплекса решает задачу по сокращению дисбаланса на всех уровнях иерархической СЦТ и создает необходимые управленческие решения последовательного повышения качества функционирования системы, в т.ч. улучшения теплотехнических свойств ограждающих конструкций зданий.

Результаты математического моделирования и программный комплекс могут быть рекомендованы научным организациям и предприятиям, занимающихся теоретическими и прикладными исследованиями в области разработки и создания программно-вычислительных комплексов для расчета и оптимизации гидравлических и

тепловых режимов централизованной системы теплоснабжения, а также соответствующим службам для подготовки оптимальных управленческих решений в штатных и аварийных ситуациях с целью оптимизации распределения тепловых потоков, экономии тепловых ресурсов и количественного учета потребителей тепловой энергии.

Литература

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». М.: Рид, 2011. 80 с.
2. Меренков А.П., Хасилев В.Я. Теория гидравлических цепей. М.: Наука, 1985. 278 с.
3. Сеннова Е.В., Сидлер В.Н. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся систем теплоснабжения. – Новосибирск: Наука, 1987. – 224с.
4. Якимович Б.А., Тененев В.А. Методы анализа и моделирования систем. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2001. 152 с.
5. Вологдин С.В., Мошкин А.В. Математическая модель оптимизации затрат на производство и транспортировку тепловой энергии в системе централизованного теплоснабжения, при наличии регуляторов напора и сопротивления // В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр. 2011. № 8. С. 281–290.
6. Вологдин С.В. Математическая модель оптимизации тепловых потоков между зданиями в многоконтурной тепловой сети с целью снижения дисбаланса системы теплоснабжения за счет регулирования сопл элеваторных узлов // В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр. 2011. № 12. С. 194–205.
7. Якимович Б.А., Вологдин С.В. Математическая модель снижения дисбаланса отопительной системы зданий // Вестник ИжГТУ. 2012. №2. С. 172-175.
8. Теплотэкс 2.2: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Рос. Федерация / Вологдин С.В. № 2010614691; заявл. 19.07.2010.
9. Оптимизация мощности теплоисточников 1.0: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Рос. Федерация / Вологдин С.В., Мошкин А.В. № 2010614692; заявл. 19.07.2010.
10. Вологдин С.В., Горохов М.М., Кедров С.А., Русяк И.Г. Структура и возможности программного комплекса «Информационно-аналитическая система теплоснабжения ИАСТС 2.0» // Вестник ИжГТУ. 1999. №1. С. 12–13.
11. Вологдин С.В., Ленкевич Е.Ю. Создание единой информационно – аналитической системы учета ТЭР в организациях бюджетной сферы УР // Интеллектуальные системы в производстве. 2008. №2. С. 21–29.

СЕКЦИЯ 5. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА

Агеносов А.В.,

НОУВПО Гуманитарный университет (г. Екатеринбург),
к.т.н., доцент, декан факультета компьютерных технологий

Андреева Д. Д.,

НОУВПО Гуманитарный университет (г. Екатеринбург),
студентка 5 курса факультет компьютерных технологий

Хмелькова Н.В.

НОУВПО Гуманитарный университет (г. Екатеринбург), к.э.н. доцент,
зав. кафедрой экономики и информатизации факультета компьютерных
технологий

Umnichka-72@mail.ru

Математические методы комбинированной оценки прогноза спроса в логистике

Аннотация

В статье предложена методика оценки спроса в логистике на основе комбинированного прогноза. Методика основана на применении математических методов анализа и обработки информации. Ее использование повысит качество прогнозирования спроса, лежащего в основе планирования логистической деятельности компаний.

Динамика современных рынков такова, что только в течение одного года продажи могут вырасти на 50, 100 и более процентов. По мере того, как растут продажи, должна развиваться и система логистики, поскольку фирме требуются большие запасы товарной продукции, складские, транспортные и производственные мощности. Поэтому, менеджеры, которые занимаются организацией и управлением системой логистики, нуждаются в видении перспективы, подкрепленной точным расчетом на будущее. Из этого следует, что результативное, экономичное и эффективное управление логистикой должно начинаться с прогнозирования спроса в будущих периодах деятельности компании на готовую продукцию, товары или услуги.

Точный прогноз спроса позволит правильно рассчитать уровни запасов готовой продукции, товаров, незавершенного производства, сырья, материалов и полуфабрикатов для следующего периода деятельности: месяца, квартала, года. Это даст возможность определить, в каком объеме и когда выдавать заказы поставщикам на пополнение текущих запасов, выявить потребности в площади и объеме хранения запасов на складе. Как результат, исходя из объема поставок, компания сможет оптимизировать загрузку транспортных средств.

В арсенале современной науки имеется множество различных методов прогнозирования. Однако при использовании только одной методики невозможно получение надежного прогноза. Таким образом, актуальность темы статьи обусловлена острой практической востребованностью эффективного инструментария для решения задачи комбинирования разнородных прогнозов с целью повышения достоверности оценки будущего спроса на продукцию.

Традиционными инструментами изучения спроса, применяемыми в сфере маркетинга и логистики, выступают кабинетные и полевые маркетинговые исследования, позволяющие получить представления о потребительских предпочтениях, а также факторах (экономических, политических, природных, демографических и пр.), определяющих потребность покупателей в товаре. Вместе с тем их использование в большей степени ориентировано на оценку текущего и ретроспективного спроса на товар и в меньшей степени пригодно для построения прогнозов. Решение проблемы видится в применении подходов и методического инструментария **теоретической информатики** - математической дисциплины, использующей методы математики для построения и изучения моделей обработки, передачи и использования информации [1].

Математические модели, несмотря на вынужденное упрощение действительности в целях обеспечения возможности выработки управленческих решений, имеют ряд серьезных преимуществ как метод исследования и оценки, а именно:

- являются оптимизационными, так как нацелены на максимизацию выгоды или прибыли;
- не допускают логических ошибок;
- не содержат ничего лишнего, сводят проблему к ее сути и обеспечивают выражение основополагающих взаимосвязей целей и средств.

Применяемые в настоящее время математические методы прогнозирования спроса не удовлетворяют предъявляемым требованиям по точности и надежности прогнозов, вследствие чего компании несут значительные убытки и теряют свои позиции на рынках. Анализ источников возникающих прогнозных ошибок указывает на то, что основной причиной неэффективной работы систем прогнозирования спроса является несовершенство алгоритмов прогнозирования, основывавшихся лишь на статистических данных. Таким образом, чтобы компенсировать ошибки в системах прогнозирования, базирующихся на экстраполяционных методах обработки предшествующих данных спроса, необходимо прибегать к различным способам учета мнений экспертов. Следовательно, целесообразнее использовать комбинированный метод при прогнозировании спроса, который объединяет в себе обработку экспертных и фактографических данных. Этот метод позволяет

компенсировать недостатки одних способов прогнозирования спроса достоинствами других [2].

На рисунке 1. представлена последовательность этапов, реализуемых в рамках комбинированного прогноза.

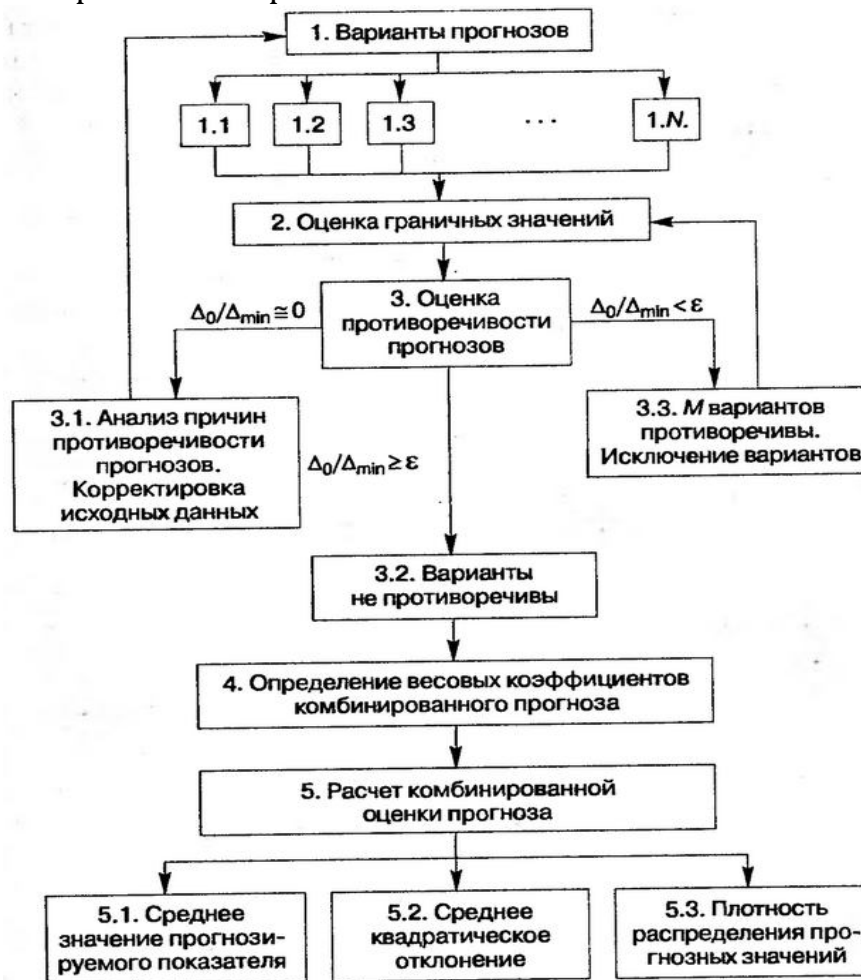


Рис. 1. Схема комбинированного прогноза

Для расчета комбинированного прогноза используются результаты разных методов прогнозирования, приведенные к одному виду. Например, результаты каждого метода могут быть представлены в виде точечной оценки, ошибки прогноза, функции распределения. На основании этих данных проводится оценка противоречивости прогнозов с помощью сравнения расчетных коэффициентов Стьюдента, Фишера с табличными значениями, сравнения доверительных интервалов.

По результатам оценки может быть получен один из трех вариантов:

8. Доверительные интервалы прогнозов не имеют общей области. В этом случае проводится логический анализ причин противоречивости прогнозов, корректируются исходные данные, после чего проводится повторная проверка прогнозов.

9. Доверительный интервал одного прогноза полностью охватывает доверительный интервал второго.

10. Доверительные интервалы прогнозов частично пересекаются. Прогнозы будут непротиворечивы в случае выполнения условия:

$\Delta_{\text{общ.}} / \Delta_{\text{мин.}} \geq \varepsilon$, где

$\Delta_{\text{общ.}}$ – величина общей области доверительного интервала;

$\Delta_{\text{мин.}}$ – величина наименьшего доверительного интервала;

ε – критерий оценки непротиворечивости прогнозов, $0 < \varepsilon \leq 1$.²⁷

Если прогнозные значения непротиворечивы, то можно переходить к расчету значений весовых коэффициентов по формуле 1:

$$\begin{cases} \mu_1 = \frac{D_{3q}}{D_q + D_{3q}} \\ \mu_2 = \frac{D_q}{D_q + D_{3q}} \end{cases} \quad (1)$$

где μ_1 и D_q – весовой коэффициент и дисперсия первого прогноза

μ_2 и D_{3q} – весовой коэффициент и дисперсия второго прогноза.

Среднее значение комбинированного прогноза определяется по формуле 2:

$$\bar{Y}_{\text{комб}} = \sum_{i=1}^N \mu_i \times Y_i \quad (2)$$

3: Дисперсия комбинированного прогноза рассчитывается по формуле

$$\sigma_{\text{комб}}^2 = \sum_{i=1}^N \mu_i \times \sigma_i^2 \quad (3)$$

Для прогнозирования спроса в целях оптимизации функционирования логистической системы компании предлагается использовать комбинированный прогноз, основанный на экспертном методе и методе экстраполяции тренда.

Суть метода экстраполяции тренда состоит в том, что закономерность, действующая внутри анализируемого временного ряда, сохраняется и на период прогноза. Прогнозирование в этом случае можно свести к подбору моделей трендов типа $y = f(t)$ по данным предпрогнозного периода и экстраполяции полученных трендов на интервале прогноза (рис. 2).

В общем случае модель прогноза включает в себя три составляющие и записывается в виде:

$$\bar{y}_t = y_t + v_t + \varepsilon_t, \text{ где}$$

y_t – прогнозные значения временного ряда;

\bar{y}_t – среднее значение прогноза (тренд);

v_t – составляющая прогноза, отражающая сезонные колебания (сезонная волна);

²⁷ Величина ε определяется прогнозистом на основании опыта

ε_t – случайная величина отклонения прогноза.

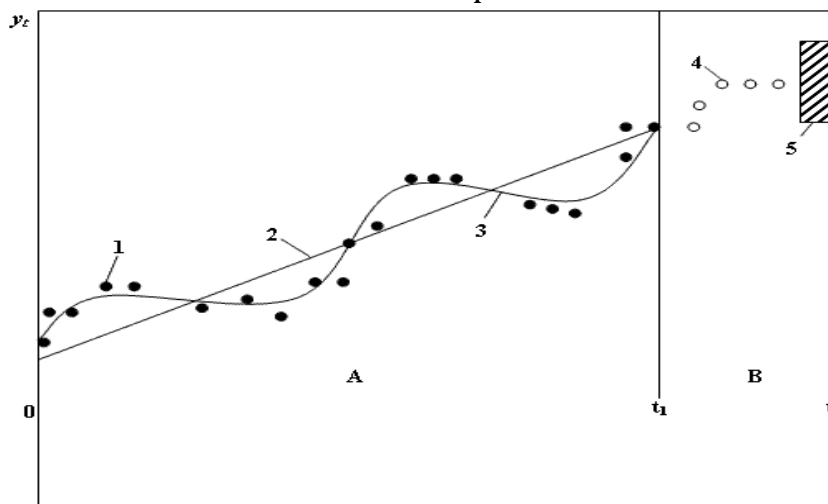


Рис. 2. Прогнозирование на основе временных рядов (1 – экспериментальные данные на интервале наблюдения (A); 2 – тренд; 3 – тренд и сезонная волна; 4 – значение точечного прогноза на интервале упреждения (B); 5 – интервальный прогноз).

Достоинствами метода являются невысокие затраты и быстрое получение данных. Но, при этом построение прогноза возможно лишь на срок в 3 раза меньший накопленных данных, на основании которых и будет строиться прогноз. При использовании метода экстраполяции предполагается, что существующий темп развития характеристик прогнозируемого объекта сохранится и в будущем. Поэтому нет возможности предсказать результат в том случае, когда одно или несколько важных условий могут резко измениться.

В логистике также широкое применение находят методы, основанные на использовании опыта, квалификации и творческого потенциала специалистов по управлению различными производственными процессами. Все эти методы разнообразны по своему содержанию и называются экспертными методами. Для реализации таких методов проводятся экспертизы соответствующим образом подобранными специалистами. Специалисты, проводящие экспертизы, должны обладать необходимой профессиональной квалификацией и формировать свои оценки независимо друг от друга и от внешних влияний.

Процедура получения экспертных оценок может быть формализована и представлена в виде следующей схемы (рис. 3).

Формирование группы экспертов – важная составляющая экспертного метода. Известно, что при прогнозировании в целях минимизации расходов на прогноз стремятся привлечь минимальное число экспертов при условии обеспечения ошибки результата прогнозирования не болей E , где $0 < E < 1$.



Рис. 3. Прогноз на основе экспертных опросов

Поэтому рекомендуемое число экспертов может быть определено по формуле 4:

$$N_{\min} = 2,5 + \frac{1,5}{E}. \quad (4)$$

Таким образом, минимальное количество экспертов равно 4. Для определения максимальной численности экспертной группы используется неравенство:

$$N_{\max} \leq 3 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{2 \cdot K_{\max}},$$

где K_i – компетентность i -го эксперта, рассчитываемая на основе анкеты самооценки;

K_{\max} – максимально возможная компетентность по используемой шкале компетентности экспертов.

Статистический анализ результатов опроса предусматривает проведение двух взаимосвязанных процедур: традиционной статистической обработки в виде средних значений, дисперсий и т. п., а также оценки всей экспертной группы – степени согласованности, взаимосвязи и других показателей мнений экспертов. Оценка группы экспертов проводится с использованием части полученных статистических оценок. Если последние не удовлетворяют соответствующим критериям, то предусмотрена корректировка, которая приводит к изменению состава экспертов и повторной процедуре опроса.

На основе предложенной методики было проведено решение типовой

задачи комбинированной оценки спроса. Обработка данных и расчеты проводились с помощью MSExcel. Результаты расчетов приведены в таблице. Прогноз спроса наглядно представлен на рисунке 4.

Полученные данные подтвердили необходимость использования комбинированной оценки прогноза. Разница результатов экспертного метода и метода экстраполяции на первый взгляд кажется не значительной (около 1000 единиц товара), но если учесть, что товар может иметь высокую стоимость, полученные суммы становятся достаточно ощутимыми для компании. Тогда важность применения комбинированной оценки прогноза становится еще более очевидной.

Табл. Результаты расчетов

											Прогноз		
Период	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	1	1
											1	2	3
Спрос (У), тыс.	4	5	7	9	7,5	10	14,5	15	15,5	16			
Прогноз по экстраполяции тренда (У*)											18,37	19,82	21,28
Прогноз экспертным методом (У*)											17,75	18,93	20,89
Прогноз комбинированный (У*)											17,88	19,15	21,12



Рис. 4. Прогноз спроса на основе комбинированной оценки

Таким образом, решение типовой задачи «расчет комбинированной оценки прогноза спроса» на основе методов экстраполяции тренда и экспертных оценок, а также полученные результаты, подтвердили актуальность использования комбинированного метода. По мнению

авторов статьи, комбинированный прогноз позволяет усовершенствовать систему прогнозирования спроса за счет объединения оптимальных методов, основанных на разнородных данных, и тем самым повысить качество прогнозирования спроса, лежащего в основе планирования логистической деятельности компаний.

Литература

1. Терехов А.В., Чернышев А.В., Чернышев В.Н. Информатика. Тамбов: ТГТУ, 2007. 128 с.
2. Баранова Н.И., Педоренко С.Ю. Совершенствование методов прогнозирования спроса в логистике путем создания комбинированной прогнозной модели //БИЗНЕСИНФОРМ. 2010. № 6. С. 94–98.

Parametric Presentation of Generators: Application in Cryptographic Systems Design

Abstract

Generators or primitive elements play important roles in the Diffie-Hellman protocol for establishment of secret communication keys, in the design of the ElGamal cryptographic system and generators of pseudo-random numbers. In general, a deterministic algorithm that searches for primitive elements is currently unknown.

A fast deterministic algorithm, which computes every primitive element in modular arithmetic with special moduli, is provided in this paper.

Keywords: ElGamal cryptosystem, Diffie-Hellman key exchange, safe prime, generator, generator of pseudo-random numbers, primitive element

Introduction and basic definitions

To ensure a high level of crypto-immunity of some cryptographic systems, it is necessary to select a system parameter g (called a primitive element) that satisfies certain conditions.

The primitive elements are used in the Diffie-Hellman secret key establishment protocol [1] and in the ElGamal algorithm [2] for secure exchange of information via open channels. They are also used in the design of generators of pseudo-random numbers [3].

In modular arithmetic a generator g modulo p is an integer having the property that every integer h co-prime with p can be expressed as a power of g modulo p .

Therefore, powers of g generate all elements of the multiplicative group of integers modulo p .

Definition 1.1: If an integer g has a property that for every integer h there exists a corresponding integer x such that $g^x \bmod p = h$, (1.1) then g is called a primitive element (or a generator, in short), and x is called the discrete logarithm of h to the base g modulo p .

For every prime p there exist several generators. For instance, if $p=31$, then $g=3, 11, 12, 13, 17, 21, 22$ and 24 are generators. Leonhard Euler discovered the generators, and Carl F. Gauss described their properties in [4]. A mathematically-oriented reader can find further results in [5] and [6].

2. Verification procedure

In order to verify whether g is a generator for prime p , consider all factors of $p-1$.

Proposition2.1: Suppose $p-1 = f_1^{e_1} f_2^{e_2} \dots f_m^{e_m}$ (2.1)
 where every integer $f_k \geq 2$ and every integer $e_k \geq 1$; if $g^{(p-1)/f_k} \pmod p \neq 1$; (2.2)
 holds for every $k=1, 2, \dots, m$, then g is a generator [7].

Although the conditions (2.2) are straightforward to verify, if m is large, then (2.2) requires factorization of $p-1$ and m exponentiations for each potential candidate. And, if at least one of these conditions does not hold, it is necessary to consider the next candidate.

In general, non-deterministic algorithms are typical for various problems in modular arithmetic.

3. Two deterministic algorithms

Definition3.1: If both p and $(p-1)/2$ are primes, then p is called a *safe prime*.

Example 3.1: Integers 5, 7, 11, 59, 179 and 347 are examples of safe primes. A non-deterministic algorithm for the selection of safe primes is provided in [7].

If $p \geq 7$ is a safe prime, then the following two propositions hold:

Proposition3.1: $g_1 = p - \lfloor \sqrt{p} \rfloor^2$ is a generator. (3.1)

Proposition3.2: $g_2 = (3p-1)/4$ is a generator. (3.2)

Remark 3.1: Although (3.1) does not always compute the smallest generator, its value is rather small in comparison with p . However, in the worst case $g_1 = O(2\sqrt{p})$.

Proofs of both propositions are provided in the next section.

For every safe prime, the procedures (3.1), (3.2) as well as (4.2), described in the next section, are deterministic and require at most one integer multiplication. As a result, in the ElGamal algorithm, the generator can be periodically renewed for enhancement of communication security.

4. Algorithms computing all generators

Both Proposition3.1 and 3.2 are special cases of more general statement:

Proposition4.1: Let $p \geq 7$ be a safe prime; and z satisfies the inequalities

$$2 \leq z < -p-1 \quad (4.1)$$

then for every integer z $g = (p-z^2) \pmod p$ is a generator. (4.2)

Proof: The Definition3.1 implies that for a safe prime $p-1=2q$ (4.3)

where q is an *odd* prime. Therefore, g is a generator because

$$g^4 \equiv (p-z^2)^4 \equiv (-1)^q z^{p-1} \not\equiv 1 \pmod p; \quad [4], \quad \text{and} \quad g^2 \equiv (p-z^2)^2 \equiv z^4 \not\equiv 1 \pmod p; \quad (4.4)$$

Suppose that the second statement in (4.4) does not hold; then

$$z^4 - 1 \equiv (z+1)(z-1)(z^2+1) \pmod p = 0. \quad (4.5)$$

However, none of three factors in (4.5) is congruent with zero modulo p : the first two are excluded by the constraints in (4.1); and z in $z^2 = -1 \pmod p$;

$$(4.6)$$

has no integer solution.

Q.E.D.

Proof of Proposition3.2: It is easy to verify that (3.2) is a special case of (4.2) for $z=q$.

$$\text{Indeed, consider } (p - q^2) \equiv [(3p - 1) + (3p - p^2)] / 4 \pmod{p} . \quad (4.8)$$

Since for every safe prime $p \pmod{4} = 3$, then

$$(3p - p^2) \pmod{4} = 0 \text{ and } (3p - p^2) \pmod{p} = 0 \quad (4.9)$$

Therefore, (4.8) and (4.9) imply (3.2).

Table 4.1 lists twelve generators for $p=47$ as functions of parameter z {see (4.2)}.

Since every safe prime p has $\varphi(\varphi(p)) = q - 1$ distinct generators, (4.10)

where $\varphi(x)$ is the Euler totient function [4], the function $g(z)$ generates each of them if z is changing on the interval $[2, q]$.

Table 1: $p=47$ and corresponding generators $g(z)$

z	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
g(z)	43	38	31	22	11	45	30	13	41	20	44	19

Sequence of decreasing generators

Let $g(0) = g_2$ (3.2). Consider $z = (p - 3) / 2$; (5.1)

and let $g(1) = (p - z^2) = (10p - 9 - p^2) / 4 \pmod{p}$. (5.2)

Hence, (5.2) and (4.9) imply that $g(1) \equiv (7p - 9) / 4 \pmod{p}$ (5.3)

Let for $m = 0, 1, \dots$

$$g(m) = \{ p - [p - (2m + 1)]^2 / 4 \} \pmod{p} \equiv [(3p - 1) / 4 - m(m + 1)] \pmod{p} \quad (5.4)$$

Therefore, $g(m) = [g(0) - m(m + 1)] \pmod{p}$ (5.5)

From (5.5) we can find m^* an optimal that minimizes $g(m)$ under the constraints

$$g(m) \geq 2; \text{ and } m(m + 1) \leq g(0) - 2 \quad (5.6)$$

Remark 5.1: It is easy to see that for every p holds that $2 \leq g(m^*) \leq m^*$ (5.7)

As a result, we derive a monotone decreasing set of generators

$$g(0) > g(1) > \dots > g(m^* - 1) > m^* > g(m^*)$$

Example 5.1: Let $p = 9839$; then $g(0) = 7379$. The maximal for which (5.6) holds, is equal 85.

Thus, from (5.5) $g(85) = 69$.

References

1. Diffie, W. and M. E. Hellman, "New Directions in Cryptography", IEEE Transactions on Information Theory, 22, 1976, pp. 644-654.
2. ElGamal, T. "A public key crypto-system and a signature scheme based on discrete logarithms", IEEE Transactions on Information Theory, Vol.31, No.4, 1985, pp.469-472
3. Knuth, D. "The Art of Computer Programming, Vol. 2: Seminumerical Algorithms", 3rd edition, 1998, Addison-Wesley, Reading, MA, pp.18-21.
4. Gauss, C.F., Disquisitiones Arithmeticae, (in Latin), 2nd edition, 1986, Springer, New York.
5. Ribenboim, P., The New Book of Prime Number Records, 1996, Springer, New York.
6. Bach, E. and J. Shallit, Algorithmic Number Theory: Vol.1: Efficient Algorithms, 1996, MIT Press, Cambridge, MA.
7. Menezes, A., van Oorschot, P. and Vanstone, S., Handbook of Applied Cryptography, CRC Press, 1997, Boca Raton, FL, pp.162-164.

Гайдамака Ю.В.,

Российский университет дружбы народов, доцент кафедры систем телекоммуникаций
ygaidamaka@mail.ru

Самуйлов А.К.

Российский университет дружбы народов, аспирант кафедры систем телекоммуникаций
asam1988@gmail.com

Модель процесса обмена данными в потоковой P2P сети с применением стратегии Layered Coding Aware Rarest-First

Аннотация

В статье построена модель процесса обмена данными между пользователями в потоковой P2P сети с буферизацией в виде дискретной цепи Маркова. Показано как можно обобщить модель [1, 3] для того, чтобы применить ее для стратегии Layered Coding Aware Rarest-First, являющейся модификацией стратегии Advanced Rarest-First [2].

Введение

Технология P2P используется в сетях с потоковым видео в режиме реального времени для того, чтобы наиболее эффективно использовать ресурсы каждого пользователя в сети [4, 5]. Пользователь использует свои скорости загрузки и отдачи видео потока для перераспределения видео данных в сети, одновременно играя роль как клиента, загружающего данные, так и сервера, отдающего данные. При этом нагрузка на сервер - источник потокового видео значительно уменьшается. В [3, 6, 7] исследован один из показателей качества обслуживания (QoS, Quality of Service) одноранговой сети – вероятность того, что все пользователи загружают видео поток на скорости не ниже требуемой для воспроизведения (так называемая «вероятность всеобщей передачи»). Показателем качества восприятия на уровне пользователя (QoE, Quality of Experience) является вероятность непрерывного просмотра, т.е. вероятность просмотра пользователем видео без пауз в воспроизведении. Для обеспечения непрерывного воспроизведения потокового видео применяется механизм буферизации. Видео поток разбивается на порции данных, например, длиной около 1 секунды, а в оконечном терминале пользователя, которым может являться ТВ-приставка (STB, set top box) или персональный компьютер, предусмотрен буфер для хранения порций видео данных. При подключении нового пользователя к видеопотоку сначала заполняется буфер в терминале этого пользователя, а уже затем порции данных из буфера начинают поступать в видеоплеер. Задержка в

воспроизведении видео потока позволяет каждому пользователю за время воспроизведения очередной порции видео данных загрузить недостающие порции видео данных от сервера или от других пользователей сети, тем самым заполняя пустые места в своем буфере.

В статье построена модель изменения состояния буферов пользователей сети P2P с потоковым видео в режиме реального времени в виде цепи Маркова (ЦМ) и получен метод расчета вероятности просмотра видео без пауз в воспроизведении.

Процесс обмена данными

Рассмотрим сеть с N пользователями, постоянно находящимися в сети, и одним сервером-источником видео данных, который транслирует только один видеопоток. Следовательно, в сети транслируется только один телевизионный канал, и все пользователи смотрят только этот канал. Процесс воспроизведения видеопотока разбит на такты, длина каждого такта соответствует времени воспроизведения одной порции данных. Считаем, что каждый пользователь сети имеет буфер, рассчитанный на $M+1$ порцию данных. Места буфера пронумерованы следующим образом: 0-место буфера предназначено для хранения наиболее свежей порции данных, только что полученной от сервера-источника видео данных, остальные позиции (места) буфера m , $m=\overline{1, M-1}$, предназначены для хранения порции видео данных которые уже получены (загружены) из сети в предыдущих тактах или будут загружены в следующих тактах, а последнее M -место буфера предназначено для хранения наиболее старой порции, которая будет отправлена на воспроизведение на ближайшем такте.

Определим действия, которые совершаются сервером и пользователями на каждом такте. В начале такта сервер случайным образом выбирает любого пользователя сети и начинает загружать ему порцию данных на 0-место его буфера. Каждый пользователь, которого сервер не выбрал для загрузки порции данных, выполняет следующие действия. Если в буфере есть пустые места (отсутствуют какие-либо порции данных), то пользователь выбирает случайным образом из сети другого пользователя (т.н. «целевого пользователя») и пытается загрузить от него одну из недостающих порций данных. Если у целевого пользователя найдётся хотя бы одна порция данных из тех, что отсутствуют у рассматриваемого пользователя, попытка загрузки будет успешной. Если таких порций несколько, то номер места буфера для загрузки порции определяется в соответствии со стратегией загрузки. Наиболее распространенными являются стратегия загрузки Rarest First (RF), при которой пользователь на каждом такте пытается загрузить наиболее свежую, реже всего встречающуюся в сети порцию данных, и стратегия загрузки Greedy (Gr), при которой для загрузки выбирается самая старая, т.е. наиболее близкая к воспроизведению порция данных. Пользователь ничего не загрузит от других пользователей на данном такте, если у

целевого пользователя нет ни одной порции данных из отсутствующих у рассматриваемого пользователя, а также, если в начале такта все места с 1-места по M-место буфера заполнены (нет пустых мест). Такт заканчивается так называемым «сдвигом» содержимого буфера каждого пользователя: порция, находящаяся на M-месте буфера, отправляется на воспроизведение, остальные порции данных в буфере сдвигаются на одну позицию вправо к концу буфера, а 0-место буфера остается свободным для загрузки наиболее свежей порции от сервера-источника видео данных на следующем такте. Далее в этой статье мы будем рассматривать только стратегии Rarest-First и Layered Coding Aware Rarest-First (LCA-RF).

В следующем разделе приведена математическая модель обмена данными между пользователями в виде дискретной цепи Маркова, описывающей состояния буферов всех пользователей.

Математическая модель

Для рассматриваемой сети с N пользователями и одним сервером состояние каждого пользователя (n-пользователя) представлено парой $z(n)=(a(n), x(n))$, где $a(n)$ - индикатор присутствия пользователя в сети: ($a(n)=1$ если пользователь находится в сети и $a(n)=0$ в противном случае), и $x(n)=(x_0(n), x_1(n), \dots, x_M(n))$ - состояние буфера пользователя. При этом $x_m(n)$ - состояние m-места буфера n-пользователя, т.е. $x_m(n)=1$, если m-место буфера занято порцией данных и $x_m(n)=0$ в противном случае, $m=\overline{0, M}$. Места с первого ($m=1$) до последнего ($m=M$) предназначены для загрузки порций данных от других пользователей, а 0-место ($m=0$) для загрузки порций данных от сервера. Таким образом, наиболее старая порция данных, которая будет отправлена на воспроизведение на ближайшем такте, находится на M-месте, а порция данных, находящаяся на M-месте, отправится на воспроизведение через M тактов.

Заметим, что если на каждом такте M-место буфера n-пользователя, присутствующего в сети, заполнено, то n-пользователь будет просматривать видео без пауз в воспроизведении. Введенные обозначения проиллюстрированы на рис. 1.

Матрица $X=(x(n))_{n=1..N}$ описывает состояние буферов всех пользователей, а вектор индикаторов $a=(a(n))_{n=1..N}$ определяет состояние всех пользователей в сети, следовательно, состояние системы можно представить в виде пары $Z=(z(n))=(a, X)=(a(n), x(n))_{n=1..N}$, причем строка n матрицы X соответствует состоянию буфера присутствующего в сети n-пользователя и $\dim X=N(M+1)$. Таким образом, пространство состояний системы определяется формулой $Z=\{0,1\}^N \times \{0,1\}^{N(M+1)}$ и $|Z|=2^{N(M+2)}$.

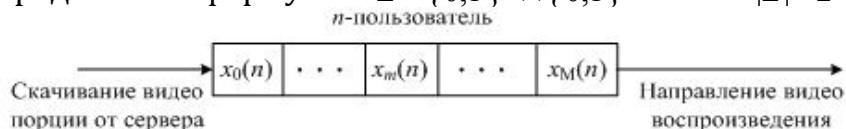


Рис. 1. Состояние буфера n-пользователя

Обозначим $M^0(x(n))$ и $M^1(x(n))$ множества номеров пустых и заполненных данными мест в буфере n -пользователя, т.е. $M^0(x(n)) = \{m: x_m(n) = 0, m = \overline{1, M}\}$, $M^1(x(n)) = \{m: x_m(n) = 1, m = \overline{1, M}\}$, причем $M^0(x(n)) \cup M^1(x(n)) = \{1, 2, \dots, M\}$. Тогда $M^0(x(n)) \cap M^1(x(h))$ множество номеров мест в буфере n -пользователя, на которые возможна загрузка порций данных от h -пользователя, $n \neq h$. Если $M^0(x(n)) \cap M^1(x(h)) \neq \emptyset$, то номер $m_\delta(x(n), x(h))$ места буфера для загрузки порции определяется в соответствии со стратегией загрузки $\delta \in \{RF, Gr\}$, т.е. $m_\delta(x(n), x(h)) = \min \{m: m \in M^0(x(n)) \cap M^1(x(h))\}$ для стратегии RF.

Обозначим $Sx(n)$ операцию сдвига вектора $x(n)$ если $x(n) = (x_0(n), x_1(n), \dots, x_{M-1}(n), x_M(n))$, тогда $Sx(n) = (0, x_0(n), \dots, x_{M-1}(n))$.

Введем t_1 - момент сдвига содержимого буфера. При построении модели в дискретном времени предполагается, что если в момент $t_1 - 0$ буфер находился в состоянии $x(n)$, то в момент $t_1 + 0$ он находится в состоянии $Sx(n)$.

Предположим, что пользователь может уйти из сети или появиться в сети только в момент t_1 . Обозначим (индикатор присутствия пользователя в сети) состояние n -пользователя в момент $t_1 - 0$, т.е. $a^1(n) = 1$ в момент $t_1 - 0$, если он находится в сети, в противном случае $a^1(n) = 0$. Пусть $\alpha(n)$ вероятность появления и $\beta(n)$ вероятность ухода пользователя из сети:

$$\begin{aligned} P\{a^{i+1}(n) = 1 | a^i(n) = 0\} &= \alpha(n), \\ P\{a^{i+1}(n) = 0 | a^i(n) = 0\} &= 1 - \alpha(n), \\ P\{a^{i+1}(n) = 0 | a^i(n) = 1\} &= \beta(n), \\ P\{a^{i+1}(n) = 1 | a^i(n) = 1\} &= 1 - \beta(n). \end{aligned}$$

Для простоты предположим, что для всех пользователей вероятности появления в сети одинаковы и вероятности ухода из сети одинаковы, т.е. $\alpha(n) = \alpha, \beta(n) = \beta, n = \overline{1, N}$.

Обозначим $Z^1 = (A^1, X^1)$ состояние сети в момент $t_1 - 0$, как показано на рис. 2, где также проиллюстрированы другие необходимые для дальнейшего изложения обозначения. Нетрудно убедиться, что последовательность $\{Z^l\} = \{Z^l, l \geq 0\}$ образует цепь Маркова над пространством состояний $Z = \{0, 1\}^N \times \{0, 1\}^{N(M+1)}$, вообще говоря, разложимую, с одним классом \tilde{Z} существенных состояний, $\tilde{Z} \subset Z$.

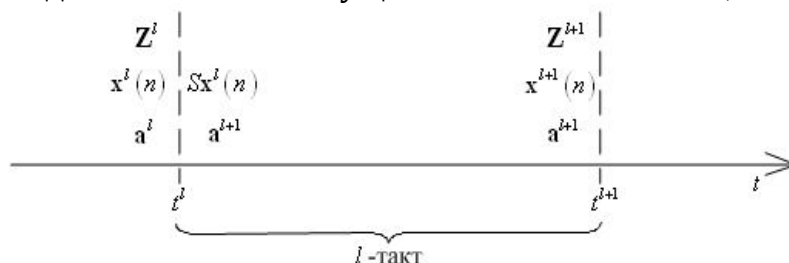


Рис. 2. Состояния ЦМ на l -такте

Введем обозначения: $\pi^l(Z)$ - абсолютная вероятность ЦМ $\{Z^l\}_{l \geq 0}$ на шаге l находиться в состоянии Z , т.е. $\pi^l(Z) = P\{Z^l = Z\}$ и $\Pi^{l, l+1}(Z, Y)$ переходная вероятность ЦМ на шаге l .

Заметим, что переходные вероятности $P^{l,l+1}(Z, Y)$ зависят от номера $m_\delta(x(n), x(h))$ и от вероятностей появления α и β ухода пользователя из сети. Т.е. переходные вероятности зависят от стратегии δ выбора порции данных для загрузки от другого пользователя сети, а абсолютные вероятности $\pi^l(Z)$ удовлетворяют уравнениям Колмогорова-Чепмена:

$$\pi^{l+1}(Y) = \sum_{Z \in Z} \pi^l(Z) P^{l,l+1}(Z, Y), Y \in Z, l \geq 0.$$

Заметим, что в [1] на основе описанной выше ЦМ, были получены формулы для расчета вероятности непрерывного просмотра.

Стратегия Layered Coding Aware Rarest-First

Для того чтобы улучшить качество изображения, рекомендуется использовать многослойное кодирование видеопотока, так как этот метод кодирования предназначен для работы при различных ограничениях на пропускную способность. Идея метода заключается в том, что потоковые данные кодируются в непересекающиеся слои, именуемые базовым слоем и слоями улучшения качества. Базовый слой содержит основные данные, необходимые для воспроизведения видео потока с минимальным уровнем качества. Данные из слоев улучшения качества не являются обязательными для загрузки: в слоях улучшения качества содержатся дополнительные данные, которые используются для предоставления услуги видео с более высоким качеством изображения. Однако при использовании многослойного кодирования видеопотока могут возникнуть некоторые проблемы. Основная проблема заключается в том, что данные из какого-либо слоя улучшения качества не могут быть использованы для воспроизведения, если не загружены данные из нижележащих слоев. В этом заключается основной недостаток применения стратегии RF при многослойном кодировании: эта стратегия не учитывает того, насколько полезна будет та или иная порция данных для пользователя, что приведет к увеличению объема бесполезного трафика и, возможно, перебоем в воспроизведении.

Стратегия LCA-RF лишена этого недостатка, так как она принимает во внимание тот факт, что базовый слой имеет приоритет над слоями улучшения качества, а также то, что нижележащие слои должны быть скачаны до тех слоев, что лежат выше них. Таким образом, объем бесполезных данных будет сведен к минимуму, при сохранении самого большого преимущества применения стратегии RF – обеспечения непрерывного просмотра видео пользователями.

Преимущество модели, описанной в предыдущем разделе, заключается в том, что внеся минимальные изменения, ее можно адаптировать к стратегии LCA-RF.

Во-первых, нужно увеличить размер вектора состояния буфера n -пользователя, для того чтобы отразить наличие слоев улучшения качества. Обратим внимание, что операция сдвига сместит содержимое буфера L раз, где L – это общее число слоев (включая базовый слой). И, во-вторых,

необходимо изменить формулу, описывающую стратегию:

$$m_s(x(n), x(h)) = \{m: m \in M^0(x(n)) \cap M^1(x(h)), \min_m \{a \times \text{quot}(m, L) + b \times \text{mod}(m, L)\}\},$$

где $\text{quot}(m, L)$ –целая часть от деления m на L , а $\text{mod}(m, L)$ –остаток от деления m на L , а a и b параметры, задающие приоритет порций данных.

Таким образом, внося минимальные изменения, мы можем адаптировать модель статьи [1] для любой стратегии. В частности показано, что модель может быть использована для новой, предложенной в данной статье, стратегии LCA-RF.

Заключение

В статье представлена модель обмена данными между пользователями потоковой P2PTV сети. Модель построена в терминах ЦМ, с помощью которой в [1, 3] были получены формулы для анализа показателей качества функционирования системы. Наша цель заключалась в том, чтобы показать, что внося изменения в модель, предложенную в [1], ее можно применять и для других стратегий. В статье мы применили эту модель к стратегии A-RF [2] и разработали новую стратегию LCA-RF.

Основной задачей наших дальнейших исследований является проведение численного анализа различных стратегий с целью определения оптимальной стратегии с точки зрения основных вероятностных характеристик непрерывность воспроизведения и задержки начала воспроизведения.

Авторы выражают благодарность проф. К.Е. Самуйлову за советы по методам исследований, плодотворные дискуссии и замечания при подготовке статьи.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 10-07-00487-а).

Литература

1. Adamu A., Gaidamaka Yu., Samuylov A. Discrete Markov Chain Model for Analyzing Probability Measures of P2P Streaming Network // Proc. of the IEEE 11th International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking NEW2AN 2011, St. Petersburg, Russia. 2011 Pp. 428-439.
2. Ning Wang, Hailun Xia, Zhimin Zeng, Nana He. An Advanced Rarest-First Scheme Used In Mobile Layered P2p Streaming // Proc. Of the 2nd IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content, 2010 – 2010 – Pp. 56-61.
3. Adamu A., Gaidamaka Yu., Samuylov A. Analytical Modeling of P2PTV Network // Proc. of the 2d International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems (IEEE ICUMT 2010), Oct. 18-20, 2010. Moscow, Russia. – Pp. 1115-1120.
4. Xuemin Shen, Heather Yu, John Buford, Mursalin Akon. Handbook of Peer-to-Peer Networking // Springer. – 2010. 1421 p.
5. Setton E., Girod B. Peer-to-Peer Video Streaming // Springer. – 2007. 150 p.
6. Wu D., Liu Y., Ross K.W. Queuing Network Models for Multi-Channel Live Streaming Systems // Proc. of the 28th Conference on Computer Communications (IEEE Infocom 2009), April 19-25, 2009. Rio de Janeiro, Brazil. Pp. 73-81.
7. Yipeng Zhou, Dah M. Chiu, Lui J.C.S. A Simple Model for Analyzing P2P Streaming Protocols // Proc. of IEEE Int. Conf. IN Network Protocols (ICNP 2007), Oct. 19, 2007, pp. 226-235.

Емельченков Е.П.,

Смоленский государственный университет
Ypy1101@gmail.com

Мунерман В.И.,

Смоленский государственный университет
vimoon@gmail.com

Синицын И.Н.

ИПИ РАН
sinitsin@dol.ru

Опыт использования систем компьютерной математики в управлении процессом обучения математическим дисциплинам

Одна из главных тенденций, характеризующих современный этап развития общества в целом и системы образования в частности – широкое внедрение новых детерминированных и недетерминированных информационных технологий. Их использование в системе математического образования позволяет решать актуальные проблемы методики преподавания математики. Рассмотрим некоторые результаты использования систем компьютерной математики для обучения математическими дисциплинами.

Необходимым условием использования новых информационных технологий в любой содержательной предметной области является формализация содержания этой предметной области. В настоящее время существует несколько математических моделей для представления знаний. К их числу относятся семантические сети, фреймы, логические языки (модели) и продукционные системы [1].

В качестве основной модели представления знаний выбрана семантическая сеть или графовая модель. Причиной такого выбора послужили, во-первых, сформировавшаяся в методике преподавания математики традиция представления предметной области в виде графа [2]; во-вторых, наличие в теории графов алгоритмов, позволяющих относительно просто и эффективно решать задачи из области методики преподавания математики; в-третьих, наличие мощных систем компьютерной математики позволяет конструировать систем компьютерной поддержки (САЕ) работы преподавателя математики.

Общая схема построения семантической сети сводится к следующему: вершины графа сопоставляются понятиям (объектам, событиям, процессам), а дуги – отношениям на множестве понятий.

Для построения модели некоторого учебного материала требуется

[3]:

- а) разобрать математическое содержание отобранного материала;
- б) разбить материал на логически завершённые и самостоятельные части;
- в) выявить логические связи частей;
- г) выделить в тексте структурные элементы (определения, утверждения, алгоритмы, иллюстрации и т.п.);
- д) изучить характер логических обоснований различных частей;
- е) соотнести упражнения с выделенными в пункте б) частями.

На графовой модели вершины графа ассоциируются с элементами знания по данной теме, дуги – с наличием между элементами знания логических и причинно-следственных связей между соответствующими элементами знания.

Под *элементами знания* понимаются все понятия, определения, алгоритмы, формулы, аксиомы, теоремы, которые в совокупности образуют основу теоретического материала по данной теме и усвоение которых требуется обязательными стандартами обучения.

Граф является ориентированным в силу специфики причинно-следственных связей.

Построение математической модели предметной области позволяет формализовать ряд теоретических понятий методики преподавания математики, определенных в ней на содержательном уровне. Так, например, было формализовано понятие ключевой задачи.

С другой стороны, интерпретация объектов модели дает возможность не только систематизировать, уточнить и методологически прояснить содержание теории, выяснить характер взаимосвязи различных ее положений, но и выявить и сформулировать еще не решенные проблемы. В частности, интерпретация отдельных инвариантов теории графов позволяет предложить новые подходы к формулировке обязательных результатов обучения математике, а также решить проблему отыскания системы ключевых задач по заданной теме.

Далее рассматриваются некоторые модели предметной области

Модель учебного пособия. Пусть имеется некоторый фрагмент F теоретического материала. Фрагменту F однозначно сопоставляется ориентированный граф G , вершинами которого являются элементы знания, а дуги соединяют элементы, между которыми имеются логические связи. Граф G называется [4] графовой моделью теоретического материала F (короче $MTM(F)$).

Граф NG , полученный из графа G заменой всех дуг ребрами (неориентированными), называется *неориентированной графовой моделью теоретического материала F* (короче $NMTM(F)$).

Графовая модель теоретического материала, очевидно, зависит от выбранной методики изложения теоретического материала. Фиксация модели осуществляется выбором определенного учебного пособия P в

качестве основного.

Модель задачи. При решении задач по определенной теме обычно предполагается, что задача должна решаться выбранным методом. Поэтому ниже мы будем рассматривать задачи только вместе с их фиксированными решениями.

Зафиксируем некоторое решение R задачи Z , и обозначим $R(Z)$ набор элементов знания, используемых в решении. *Графовой моделью задачи Z с решением R* (короче $ГМЗР(Z, R)$ или $ГМЗР(Z)$) называется ориентированный граф GZ , вершины которого принадлежат множеству $ММЗ(Z) \cup R(Z)$, а дуги соединяют элементы, между которыми имеются логические связи.

Граф NGZ , полученный из графа $GZ = ГМЗР(Z, R)$ заменой всех дуг ребрами, называется *неориентированной графовой моделью задачи Z с решением R* и обозначается $НГМЗР(Z, R)$ или $НГМЗР(Z)$.

Рассматривая совместно две модели графовую модель теоретического материала $МТМ(P)$ и графовую модель задачи $ГМЗР(Z, R)$, можно выделить несколько случаев их взаимного пересечения. Если граф $ГМЗР(Z, R)$ вкладывается в граф $МТМ(P)$, то решение R задачи Z *согласовано с учебным пособием P* . Ниже мы будем рассматривать только задачи с решениями согласованными с фиксированным учебным пособием P .

Введенные в рассмотрение модели позволяют формализовать ряд известных методических понятий и ввести в рассмотрение новые.

Число вершин в графе $GZ = ГМЗР(Z, R)$ называется *объемом задачи Z с решением R* .

Расстоянием между элементами знания A и B в задаче Z называется число ребер в графе $ГМЗР(Z, R)$, входящих в кратчайший маршрут из A в B (в отличие от пути в маршруте пренебрегают ориентацией дуг).

Максимальное из расстояний между произвольными элементами знания в графе $ГМЗР(Z)$ называется *диаметром задачи Z* . Диаметр задачи характеризует выбранный метод решения. При фиксированном учебном пособии диаметр задачи, связывающей элементы знания A и B , не может быть меньше расстояния между A и B .

Модель задачника. Наряду с отдельными задачами имеет смысл рассматривать системы задач SZ по определенной теме и строить модели таких систем. *Графовой моделью системы задач SZ* называется ориентированный мультиграф MG , множество вершин которого состоит из вершин графов $ГМЗР(Z)$, $Z \in SZ$, а дуга из вершины A в B вершину входит в MG с кратностью k , где k – число задач $Z \in SZ$, модель $ГМЗР(Z)$ которых включает дугу AB . Графовая модель системы задач SZ обозначается $ГМСЗР(SZ)$.

Мультиграф NMG , полученный из графа $MG = ГМСЗР(SZ)$ заменой всех дуг ребрами, называется *неориентированной графовой моделью системы задач SZ* и обозначается $НМСЗР(SZ)$.

Количество вершин мультиграфа $ГМСЗР(SZ)$ называется *объемом*

системы задач SZ .

Расстоянием между элементами знания A и B в системе задач SZ называется число ребер мультиграфа $ГМСЗР(SZ)$ в кратчайшем маршруте из A в B .

Диаметр мультиграфа $ГМСЗР(SZ)$ называется *диаметром системы задач SZ* .

Будем говорить, что система задач *связывает* элементы знания, ассоциированные с ней, если существует маршрут в графе SZ , соединяющий эти элементы знания. Наименьшую из длин маршрутов, соединяющих два элемента знания, будем называть *длиной связи*. Если два элемента знания, ассоциированные с системой задач, не связываются этой системой, то будем считать длину связи между ними равной ∞ .

Рассмотрим некоторые инварианты теории графов и дадим им содержательную интерпретацию в рамках графовой модели исследуемой предметной области.

Подобная интерпретация позволяет предложить пути решения определенных проблем, уже поставленных в методике преподавания математики, например, проблемы отыскания системы ключевых задач, проблемы анализа содержания систем задач по данной теме. В то же время анализ инвариантов и их последующая интерпретация позволяют выявить задачи, ранее в методике преподавания математики в явном виде не сформулированные.

Таким образом, синтез и анализ инвариантов позволяет использовать графовые модели не только в роли средства решения существующих проблем в области методики преподавания математики, но и делает их эффективным инструментом постановки новых проблем в этой области. К числу таких новых проблем относится, например, задача анализа систем задач действующих задачник и учебных пособий.

Инварианты с их интерпретацией приведены в таблице 1.

Табл. 1. *Интерпретация инвариантов теории графов*

<i>Инвариант</i>	<i>Семантика</i>	<i>Интерпретация</i>
Полустепень исхода вершины графа	Число дуг, которые имеют вершину X своей начальной вершиной.	Это число названо <i>параметром базовости</i> вершины, так как оно равняется числу элементов знания, по отношению к которым вершина X является базовой.
Полустепень захода вершины графа	Число дуг, которые имеют X своей конечной вершиной.	Это число названо <i>параметром выводимости</i> вершины, так как оно равняется числу элементов знания, по отношению к которым вершина X является выводимой.
Вектор полустепеней исхода	Кортеж, состоящий из полустепеней исхода вершин графа G , выписанных в порядке неубывания.	Численно описывает распределение элементов знания (вершин графа) по параметру базовости и позволяет выделять вершины с наибольшими и наименьшими значениями

		параметра.
Вектор полустепеней захода	Кортеж, состоящий из полустепеней захода вершин графа G , выписанных в порядке неубывания.	Численно описывает распределение элементов знания (вершин графа) по параметру выводимости и позволяет ранжировать элементы знания по этому параметру. Вектор полустепеней захода для графовой модели системы задач характеризует распределение задач в задачнике применительно к теоретическому материалу.
Число слабых компонент графа	Две вершины X_m и X_n называются <i>слабо достижимыми</i> , если в G существует маршрут из вершины X_m в вершину X_n (в отличие от пути ориентацией ребер в маршруте пренебрегают). Отношение слабой достижимости на множестве X вершин графа G разбивает все множество вершин на классы эквивалентности слабо достижимых вершин. Подграф, порожденный вершинами из такого класса эквивалентности, называется <i>слабой компонентой</i> графа G . Любой граф G однозначно разбивается на слабые компоненты, их количество обозначается через $K(G)$.	Применительно к графовой модели системы задач SZ число слабых компонент мультиграфа характеризует качество системы задач применительно к данному теоретическому материалу. Если $K(SZ) > 1$, то система задач не обеспечивает отработку материала темы в целом (в лучшем случае это система задач обеспечивает отработку теоретического материала только в рамках каждой из слабых компонент). В таком случае система задач нуждается в дополнении новыми заданиями.
Число независимости	<i>Независимым</i> множеством вершин графа $G = (X, A)$ (или внутренне устойчивым множеством) называется подмножество $Y \subseteq X$ такое, что любые две вершины в нем не соединены дугой. Независимое множество называется <i>максимальным</i> , если не существует другого независимого множества, в которое оно бы входило. Число элементов в наибольшем по мощности независимом множестве графа G называется <i>числом независимости</i> $\alpha(G)$ графа G или <i>неплотностью</i> графа, а	Применительно к графовой модели системы задач SZ число независимости n указывает на наличие множества M из n элементов знаний такого, что ни одна пара элементов знаний из M не связывается ни одной задачей из задачника SZ . Чем больше число независимости, тем хуже система задач обеспечивает отработку связей между отдельными элементами знания. В связи с этим возникает необходимость дополнения системы задачами, связывающими элементы знания, ранее не обеспеченные такими задачами. Эти элементы знания ассоциируются с вершинами, содержащимися во всевозможных

	максимальное множество, на котором этот максимум достигается, называется <i>наибольшим независимым множеством</i> .	максимальных независимых множествах.
--	---	--------------------------------------

Помимо перечисленных инвариантов используются и такие как: число t -взаимозависимости, вектор разделения, центр и радиус, число полукомпонент диаметра p , вектор надежности, прочность связи, слабая перемычка, прочность слабой перемычки.

Применение рассмотренных методов проиллюстрируем на примере задачи *построения индивидуальной траектории обучения*.

Определим понятие траектории обучения. Пусть заданы три модели:

- модель теоретического материала $G = MTM(P)$;
- модель знаний ученика $GU = MЗУ(U)$;
- модель цели обучения GC

и набор задач NZ . Требуется в соответствии с целями обучения определить:

а) последовательность изучения элементов знания из учебного пособия G ;

б) выделить систему задач SZ из набора задач NZ необходимую для достижения целей обучения;

в) указать последовательность решения задач из системы SZ с привязкой к учебному пособию P .

Последовательность, состоящая из элементов знания и задач, освоение которых приводит к цели обучения, называется *траекторией обучения*. Нами был разработан [5] алгоритм вычисления траектории обучения конкретного ученика U , опираясь на модель теоретического материала $G = MTM(P)$, модель знаний ученика $GU = MЗУ(U)$, модель цели обучения GC и набор задач NZ . Решение задачи сводится к построению на двух основе известных подграфов нового подграфа. Построение сводится к вычислению рассмотренных ранее инвариантов.

Очевидно, что для больших графов, в которых множество вершин и связывающих их ребер достаточно велико, вычисление инвариантов достаточно сложный процесс. Поэтому необходимы средства, позволяющие эффективно производить такие вычисления. Системы компьютерной математики, включающие достаточно средств для работы с графами, в полной мере могут быть использованы для решения задач компьютерной поддержки управления процессом обучения.

Среди недетерминированных математических дисциплин важное место занимают дисциплины, основанные как на теории вероятностей, математической статистике и стохастическом анализе, так и теории нечетких и хаотических явлений [1, 6-9]. Одним из перспективных средств информационных технологий обучения могут служить гибридные

адаптивные интеллектуальные системы [9].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-07-00021) и программы ОНИТ РАН "Интеллектуальные информационные технологии, системный анализ и автоматизация" (проект 1.7).

Литература

1. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М.: Наука, 1988.
2. Столяр А.А. Педагогика математики: курс лекций. Минск: Высшая школа, 1974.
3. Зильберберг Н.И. Методические указания по проведению анализа материала учебника математики. Псков: ПОИУУ, 1990.
4. Бояринов Д. А., Емельченков Е. П. О формализации некоторых теоретических понятий методики преподавания математики. Информатизация общества и проблемы образования: Материалы научно-практической конференции (25-27 марта 2002 г.). Москва-Смоленск. Изд. ИПИРАН, СГПУ, 2002. 134 с. С. 100 – 123.
5. Емельченков Е. П. АСПРУ. Построение индивидуальной траектории обучения. II-я международная научно-методическая конференция «Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века». Минск. БГУИР, 2002.
6. Сеницын И.Н. Из опыта преподавания статистических основ информатики в технических университетах // Системы и средства информатики. Вып. 8. М.: Наука, 1996. – С. 68-73.
7. Сеницын И.Н. О статистических аспектах семантической модели при-роды // НТИ. Сер. 2. Информационные процессы и системы. № 4. 1999. С. 19-21.
8. Сеницын И.Н. Канонические представления случайных функций и их применение в задачах компьютерной поддержки научных исследований. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2009.
9. Клачек П.М., Корягин С.И., Колесников А.В., Минкова Е.С. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы. Часть 1: Теория и технология разработки: монография. Калининград. Изд. БФУ им. И.Канта, 2011.

Кристаллинский В.Р.,

Смоленский государственный университет, г. Смоленск
kristvr@rambler.ru

Белоусов В.В.

Институт проблем информатики РАН, г. Москва
vbelousov@ipiran.ru

Прогнозирование результатов обучения на основе нечеткого и хаотического моделирования

Как и любая отрасль человеческой деятельности, педагогика нуждается в прогнозировании результатов. Поскольку формализовать существующие в педагогике законы и взаимосвязи весьма трудно, прогнозирование в педагогике остается основанным, по существу, на опыте и интуиции учителя. Нами предлагается эвристический подход, позволяющий до некоторой степени решить задачу формализации процесса прогнозирования результатов обучения. Он основан на том факте, что все разделы изучаемых в школе или в вузе дисциплин взаимосвязаны. Взаимосвязи эти могут быть представлены в форме нечеткого графа, вершины которого – разделы изучаемого курса, а ребра – взаимосвязи между ними. Граф является нечетким, поскольку степень взаимосвязей между разделами различна. Поскольку оценки знаний учащихся тоже по существу являются нечеткими, мы можем построить для прогнозирования знаний по еще не изученным темам систему нечеткого вывода. Продукции в системе основаны на нечетком графе взаимосвязей и имеют структуру «Если знания по разделу 1 есть А И знания по разделу 2 есть В,..., то знания по разделу N есть F». В построенной в рамках этого подхода простейшей экспериментальной системе рассматриваются три раздела курса математики, поэтому граф содержит 3 вершины и два ребра. Для построения системы использовалось расширение Fuzzy Logic Toolbox системы MatLab (см. [1]).

Рассмотрим пример построения системы нечеткого вывода для получения заключения о возможном уровне знаний учащихся по теме «Квадратные уравнения». Предпосылками является информация об уровне знаний по ранее рассмотренным темам «Линейные уравнения» и «Тождественные преобразования».

В качестве входных переменных используются оценки по ранее изученным темам, а в качестве выходной переменной – прогнозируемые оценки по новой теме, связанной с ранее изученными разделами курса. Для каждой из входных переменных строятся три функции принадлежности треугольного вида, соответствующих термам для уровня знаний: низкий,

средний и высокий. Такие же функции строятся и для выходной переменной. Далее строится система правил.

Входные переменные системы есть «Линейные уравнения» и «Тождественные преобразования», а выходная переменная – «Квадратные уравнения».

Система правил имеет вид: ЕСЛИ *первая тема усвоена на низком уровне И вторая тема усвоена на низком уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – низкий уровень.*

Окончательно получаем следующую базу правил:

ПРАВИЛО 1: ЕСЛИ *первая тема усвоена на низком уровне И вторая тема усвоена на низком уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – низкий уровень.*

ПРАВИЛО 2: ЕСЛИ *первая тема усвоена на низком уровне И вторая тема усвоена на среднем уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – низкий уровень.*

ПРАВИЛО 3: ЕСЛИ *первая тема усвоена на низком уровне И вторая тема усвоена на высоком уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – средний уровень.*

ПРАВИЛО 4: ЕСЛИ *первая тема усвоена на среднем уровне И вторая тема усвоена на низком уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – низкий уровень.*

ПРАВИЛО 5: ЕСЛИ *первая тема усвоена на среднем уровне И вторая тема усвоена на среднем уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – средний уровень.*

ПРАВИЛО 6: ЕСЛИ *первая тема усвоена на среднем уровне И вторая тема усвоена на высоком уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – высокий уровень.*

ПРАВИЛО 7: ЕСЛИ *первая тема усвоена на высоком уровне И вторая тема усвоена на низком уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – средний уровень.*

ПРАВИЛО 8: ЕСЛИ *первая тема усвоена на высоком уровне И вторая тема усвоена на среднем уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – высокий уровень.*

ПРАВИЛО 9: ЕСЛИ *первая тема усвоена на высоком уровне И вторая тема усвоена на высоком уровне ТО прогноз по усвоению новой темы – высокий уровень.*

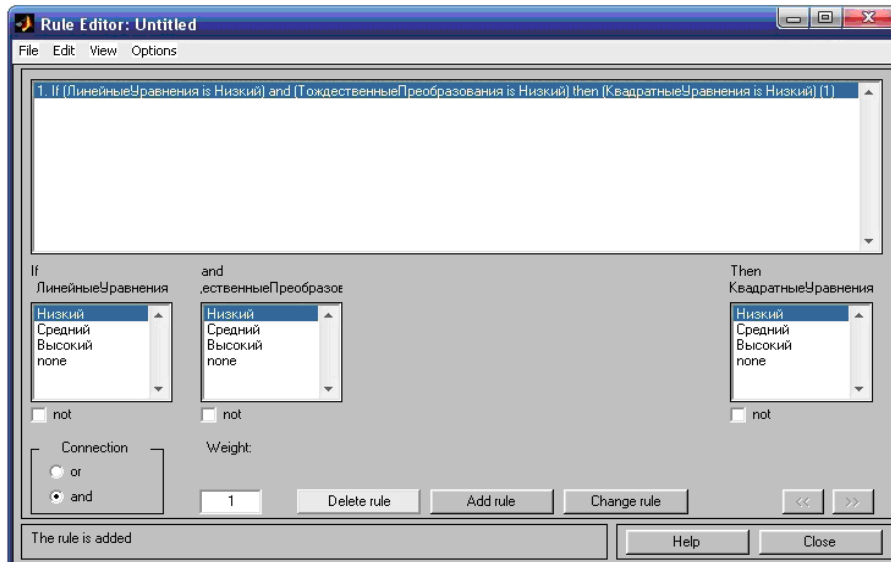


Рис. 1. Окно системы MatLab, служащее для ввода системы правил

Ввод правил в систему осуществляется с помощью простой и интуитивно понятной процедуры.

Результат работы программы содержится в окне визуализации системы нечеткого вывода (рис.2-3). В поле **Input** указываются значения входных переменных, для которых выполняется нечеткий логический вывод. Удобство системы заключается в том, что учитель может вводить в нее как оценки по пятибалльной системе, так и любые промежуточные оценки.

Па рис. 2 представлен результат вывода системы для оценки 3 по первой теме и 3 по второй теме.

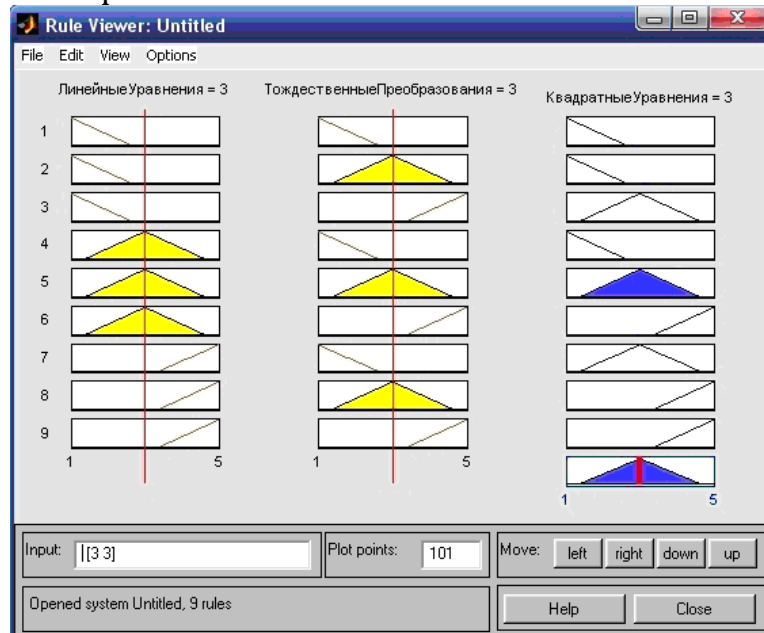


Рис. 2. Окно для визуализации системы нечеткого вывода для случая оценок 3, 3 по изученным темам

На рис. 3 представлен результат вывода системы для оценки 5 по первой теме и 5 по второй теме.

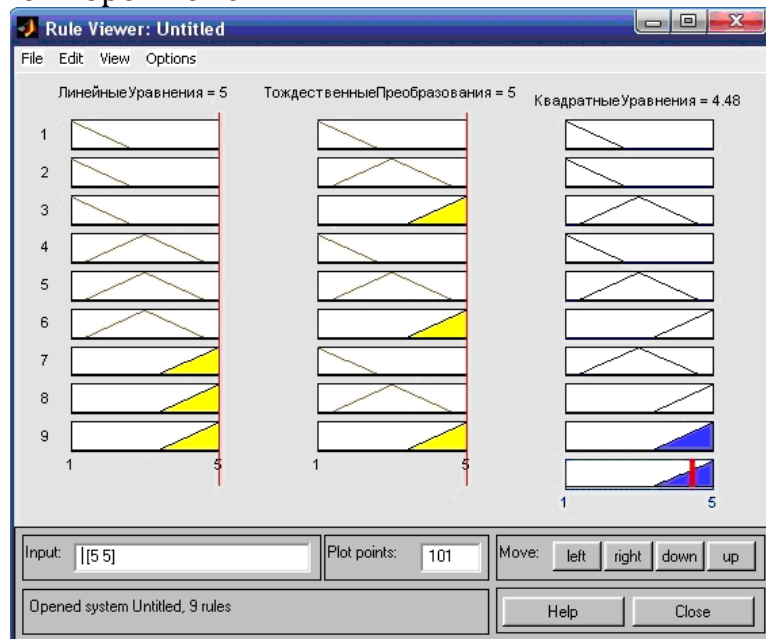


Рис. 3. Окно для визуализации системы нечеткого вывода для случая оценок 5, 5 по изученным темам

На рис. 4 приведена поверхность «входы - выход», соответствующая синтезированной нечеткой системе. Эта поверхность позволяет анализировать общий вид зависимости и строить общие выводы о ее характере.

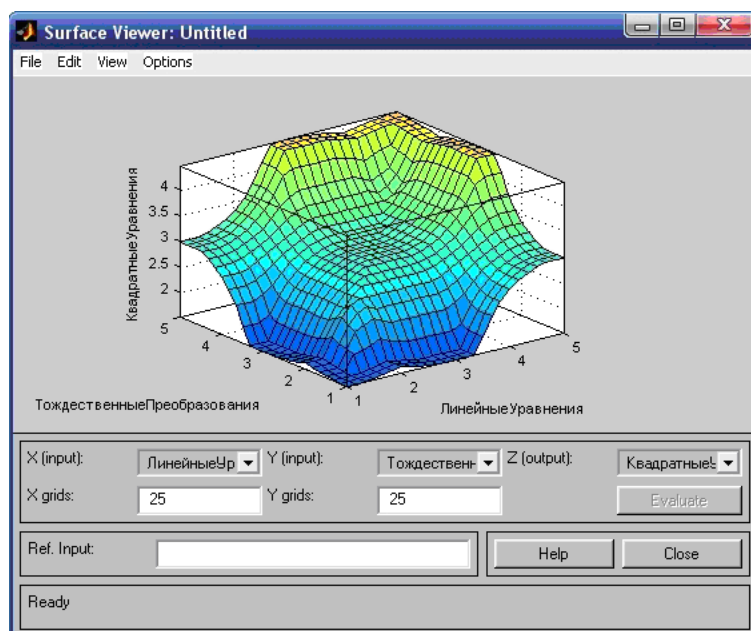


Рис. 4. Поверхность «входы - выход», соответствующая нечеткой системе

Степень взаимосвязи между разделами курса определяется учителем на основе его опыта. Проверку адекватности построенной математической

модели можно осуществить только в ходе эксперимента. Если система позволяет верно прогнозировать знания учащихся, то можно ее использовать. Если нет, нужно переформулировать правила или изменить функции принадлежности термов.

Рассмотренный метод достаточно прост и позволяет учителю, имеющему средний уровень математической и компьютерной грамотности, решать задачу прогнозирования уровня знаний учащихся.

Важное место среди недетерминированных математических методов занимают также подходы, учитывающие хаотические процессы в системах. Особый интерес представляют задачи анализа и моделирования комбинированных стохастических и хаотических систем. В работе [2] даны примеры использования современных информационных технологий для анализа нелинейных стохастических и хаотических систем с гармоническим воздействием.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-07-00021) и программы ОНИТ РАН "Интеллектуальные информационные технологии, системный анализ и автоматизация" (проект 1.7).

Литература

1. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
2. Sinitsin I.N., Belousov V.V. Informational technologies for quasilinear research of combined stochastic and chaotic systems / Chaotic Modeling and Simulation (CMSIM) Journal, 2012, #1, pp 147-155.

Мокров Е.В.,

Российский университет дружбы народов, аспирант кафедры систем телекоммуникаций
melkor77@yandex.ru

Самуйлов К.Е.

Российский университет дружбы народов, заведующий кафедрой систем телекоммуникаций
ksam@sci.pfu.edu.ru

Модель облачных вычислений в виде системы массового обслуживания

Аннотация

В работе рассматривается математическая модель системы облачных вычислений, построенная с использованием системы $M/M/n/\infty$. Полученная модель проверяется при помощи имитационного моделирования. В конце проводится сравнение имитационных данных с расчетными.

Введение

Облачные вычисления считаются новой вычислительной парадигмой, которая может изменить подход к приобретению и использованию вычислительных ресурсов. До сих пор инвестиции в вычислительные ресурсы являлись одной из основных статей расходов большинства организаций. Однако, с появлением облачных вычислений, расходы на вычислительные ресурсы могут рассматриваться уже не как основные, а как эксплуатационные затраты. Кроме того, компания будет платить только за те услуги, которые она непосредственно использует, а не за аппаратное и программное обеспечение. Облачные вычисления включает в себя несколько компонентов, таких как сетевые устройства, вычислительные ресурсы, системы хранения данных, физически расположенные на больших расстояниях. Пользователи могут гибко совместить эти распределенные ресурсы вместе, чтобы создать уникальную для себя среду.

Эти компоненты могут быть описаны с помощью вероятностных моделей [1,2]. Облачные системы получают запросы на различные услуги и создают виртуальные машины для их обслуживания. Можно моделировать входящие запросы пользователей и предоставление услуг статистически, поскольку все эти операции являются случайными процессами.

В статье представлена математическая модель облачной вычислительной системы, построенной с использованием теории массового обслуживания. Результаты вычислений в статье были проверены

с помощью имитационного моделирования.

Описание модели

Будем моделировать работу системы облачных вычислений как систему массового обслуживания (СМО) типа $M|M|n|\infty$. Сначала рассмотрим наиболее простую конфигурацию – модель 1 (рис. 1). Здесь клиент обращается напрямую к нескольким поставщикам облачных услуг, запрашивая различные услуги, например, вычислительные мощности (услугу 1) у одного поставщика, место для хранения информации (услугу 2) у другого, а данные (услугу 3) у третьего. Так как все эти услуги требуются в рамках одного общего запроса клиента и предоставляются до момента получения результата, посылаемого клиенту, то мы можем считать все запросы в рамках одного общего запроса клиента выполняемыми параллельно и независимо друг от друга. Запросы на услугу i поступают с интенсивностью λ_i и обслуживаются с интенсивностью μ_i , $i=1,\dots,k$. Таким образом, каждый запрос обрабатывается в СМО $M|M|n|\infty$, при этом время исполнения общего запроса клиента (так называемое «время отклика») будет определяться по формуле $t = \max_{1 \leq i \leq k} \{t_i\}$, где

$$t_i = \frac{C(n_i, \rho_i)}{n_i \mu_i - \lambda_i} + \frac{1}{\mu_i}$$

Здесь t_i – среднее время пребывания заявки в системе i , n_i – число приборов в системе i , μ_i – интенсивность обслуживания в системе i , λ_i – интенсивность поступления заявок в систему i , $\rho_i = \frac{\lambda_i}{n_i \mu_i}$ – нагрузка на систему i ,

$$C(n_i, \rho_i) = \frac{(n_i \rho_i)^{n_i}}{n_i!} \frac{1}{1 - \rho_i} \left(\sum_{j=0}^{n_i-1} \frac{(n_i \rho_i)^j}{j!} + \frac{(n_i \rho_i)^{n_i}}{n_i!} \frac{1}{1 - \rho_i} \right)^{-1}$$

– вероятность того, что в системе i все приборы заняты, $i=1,\dots,k$.

Рассматриваемая модель системы с несколькими поставщиками услуг облачных вычислений схематически представлена на рис. 1.

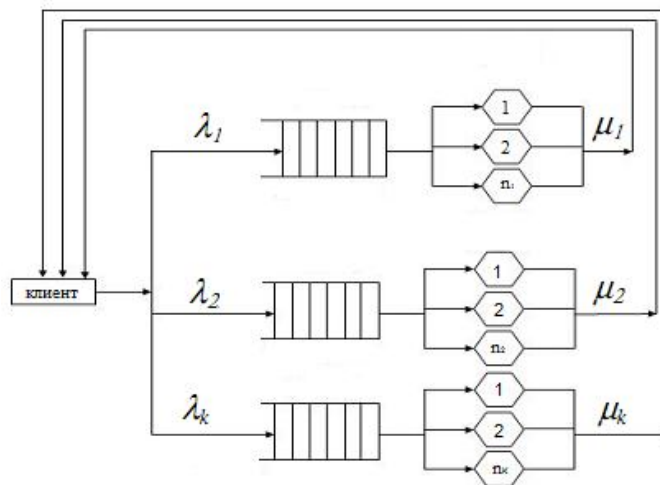


Рис. 1. Модель системы облачных вычислений с несколькими

поставщиками услуг

Здесь у каждого поставщика услуги имеется своя очередь. Поскольку мы считаем поставщиков независимыми, то и очереди к каждому поставщику также независимы. Таким образом, мы получаем k независимых систем типа $M|M|n|\infty$, запросы в которых обслуживаются параллельно. В таком случае время исполнения общего запроса клиента определяется запросом с самым длительным временем исполнения, т.е. $t = \max_{1 \leq i \leq k} \{t_i\}$.

Далее рассмотрим систему, в которой все результаты собираются на одном узле для конечной обработки и отправки клиенту – модель 2, схематически представленную на рис. 2.

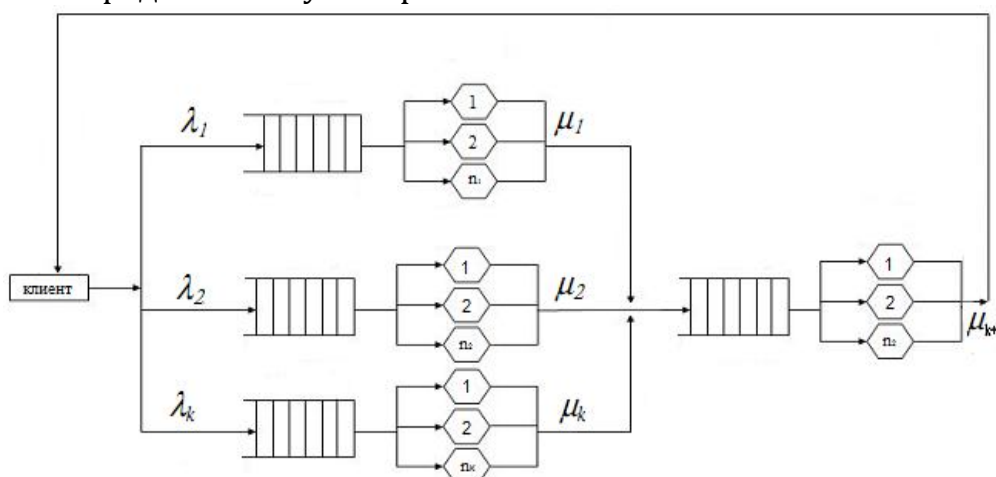


Рис. 2. Модель системы облачных вычислений с несколькими поставщиками услуг и центральным узлом

В данном случае происходит последовательная обработка запросов, поэтому время пребывания в системе будет складываться из рассчитанного для первой модели времени пребывания и времени, необходимого для обслуживания в центральном узле $t = \max_{1 \leq i \leq k} \{t_i\} + t_{k+1}$.

Численный анализ

Для проверки расчетов по аналитическим формулам была разработана имитационная модель на языке GPSS (General Purpose Simulation System). При моделировании число поставщиков услуг выбрано равным 4, а другие исходные данные представлены в таблице 1.

Табл. 1. Исходные данные

Номер поставщика	Число приборов	Интенсивность обслуживания
1	5	2
2	3	2,8
3	2	3,5
4	5	2

На рис. 3 показаны результаты имитационного моделирования и результаты расчетов по аналитическим формулам для модели 1.

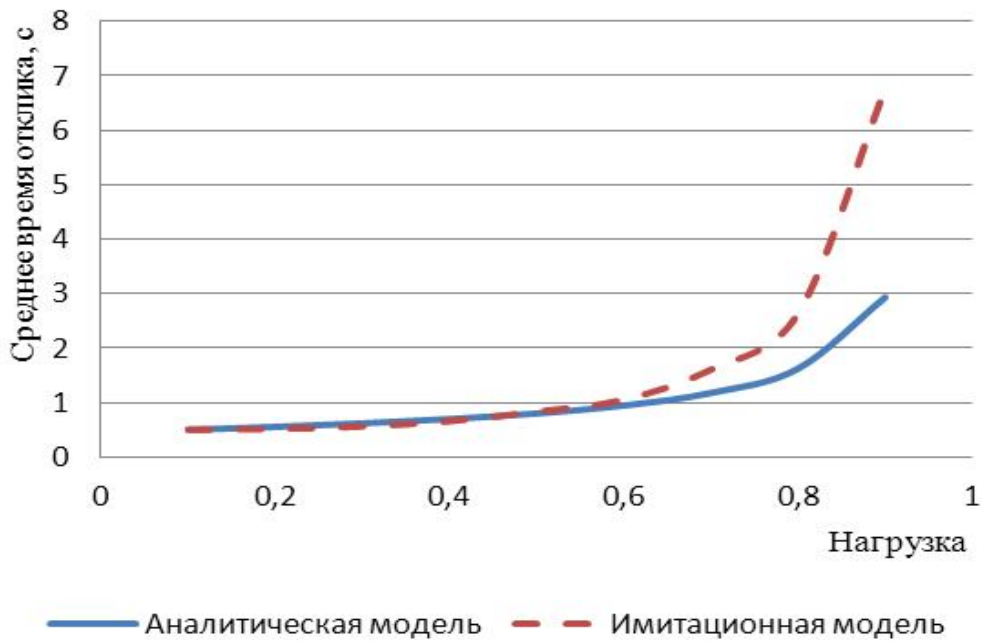


Рис. 3. Среднее времени отклика для модели 1.

Рис. 4 показывает аналогичные графики для модели 2, где число приборов в узле $k+1$ выбрано равным $n_{k+1}=1$, интенсивность обслуживания $\mu_{k+1}=12$, остальные данные взяты из таблицы 1.

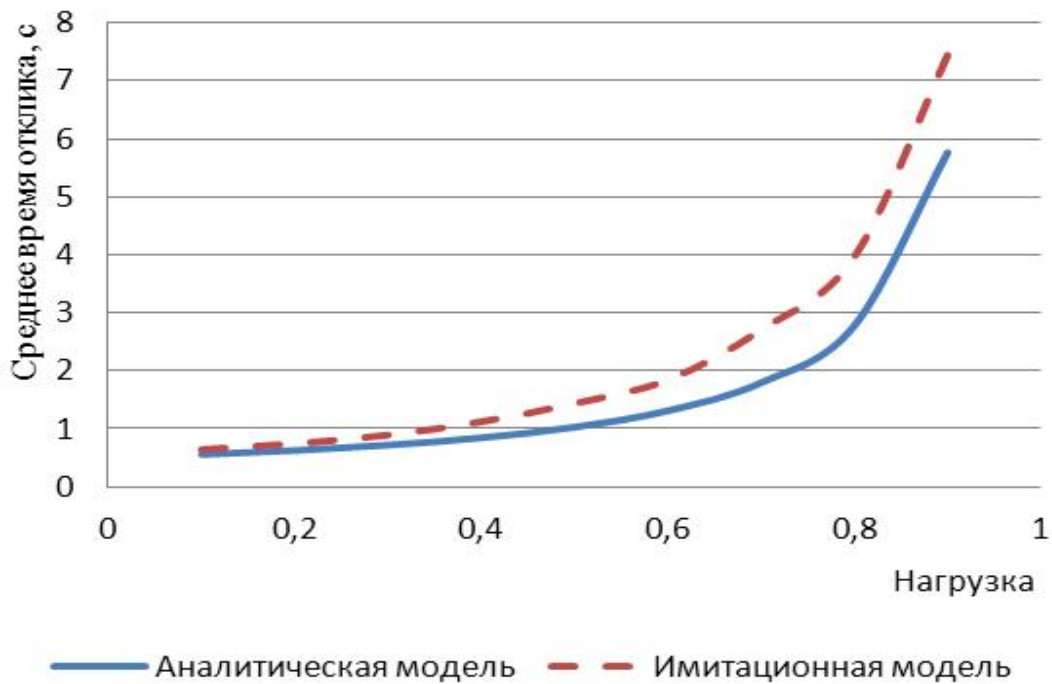


Рис. 4. Среднее времени отклика для модели 2

На рис. 5 показана разница значений времени отклика для первой и второй моделей. Можно видеть, что при малой нагрузке среднее время отклика меньше в модели 1, однако при достаточно большой нагрузке на систему (около 0,8) обе модели ведут себя практически одинаково, а при дальнейшем увеличении нагрузки становится заметным преимущество модели 2.

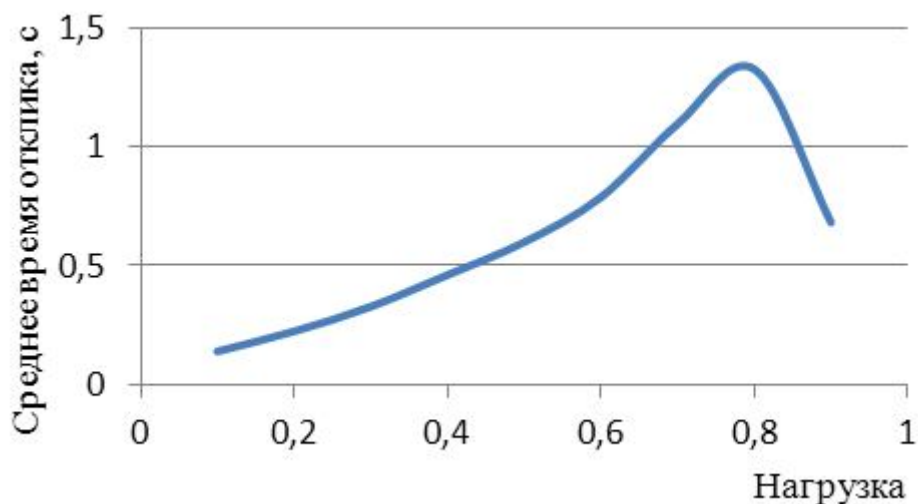


Рис. 5. Сравнение значений среднего времени отклика для моделей 1 и 2

Заключение

Были рассмотрены и проанализированы с точки зрения среднего времени отклика две конфигурации системы облачных вычислений. Используя эти конфигурации, можно строить более сложные системы, расчеты для которых могут быть проведены аналогично предложенным в данной статье.

Таким образом, мы показали, что при достаточно больших нагрузках модель 2 эффективнее с точки зрения времени отклика системы на запрос клиента, однако при относительно малых нагрузках модель 1 показывает лучшие результаты. Это также подтверждается имитационным моделированием системы.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 12-07-00108-а).

Литература

1. Mohamed Firdhous, Osman Ghazali, Suhaidi Hassan "Modeling of Cloud System using Erlang Formulas" in 17th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC), Sabah, Malaysia 2011.

2. M. Marzolla, "The qnetworks toolbox: a software package for queueing networks analysis," in 17th International Conference on Analytical and Stochastic Modeling Techniques and Applications (ASMTA 2010), Cardiff, UK, 2010.

Мунерман В.И.,

Смоленский государственный университет
vimoon@gmail.com

Сенчилов В.В.,

Смоленский государственный университет
wsen@gmail.com

Синицын И.Н.

ИПИ РАН
sinitsin@dol.ru

Системы компьютерной математики как средство формирования детерминированного и стохастического воображения у учащихся

За последнее десятилетие компьютер, как средство коммуникации, приобретает все большее значение, а овладение им хотя бы на уровне пользователя, становится одним из условий эффективного участия в социальной жизни.

Особенно необходим компьютер для обучения учащихся и должен занять в данном процессе достойное место.

С введением курса информатики неоднократно производились попытки внедрения компьютера в процесс обучения другим предметам. Первоначально для этой цели использовались простые тренажеры, зачастую созданные школьниками этой же школы под руководством учителя информатики в лучшем случае при участии энтузиаста-предметника. Как правило, попытки внедрения компьютера в процесс обучения проваливались довольно быстро из-за несовершенства программного продукта, организационных сложностей, связанных с загруженностью компьютерного класса и неподготовленностью предметника к самостоятельной работе в компьютерном классе.

Появление программно-методических комплексов психологически несколько сдвинули процесс внедрения информационных технологий в образование, но в силу организационно-методических сложностей не привело к ожидаемой цели. Сегодня же наблюдается возрастающий интерес учителей-предметников к использованию информационных технологий в обучении. В современной школе компьютер все шире используется не только на уроках информатики, но и на уроках математики, химии, биологии, русского языка, литературы, изобразительного искусства, иностранного языка, а достоинства и недостатки применения информационных и телекоммуникационных

технологий в школьном образовании широко обсуждаются на страницах практически всех методических журналов и газет. При этом каждому учителю, безусловно, очевидна целесообразность применения компьютеров для обучения, как на начальном этапе обучения, так и в среднем и старшем звеньях школы. Богатейшие возможности представления информации на компьютере позволяют изменять и неограниченно обогащать содержание образования; выполнение любого задания, упражнения с помощью компьютера создает возможность для повышения интенсивности урока; использование вариативного материала и различных режимов работы способствует индивидуализации обучения.

Значительное место в системе формирования интеллектуальной и творческой личности обучающегося отводится изучению математики как дисциплины, обладающей огромным гуманитарным и мировоззренческим потенциалом.

В настоящее время можно выделить более десятка примеров программных средств обработки математических данных, однако недостатки большинства из них привели к тому, что наиболее популярными для учащихся и преподавателей являются следующие:

- системы компьютерной математики MathCAD, Maple, MatLab (поскольку эти математические пакеты являются автоматизированными системами для динамической обработки данных в числовом и аналитическом виде, поэтому они значительно облегчают решение сложных математических задач, их грамотное применение в учебном процессе обеспечивает повышение фундаментальности математического и технического образования, содействует подлинной интеграции процесса образования, а новые версии систем позволяют готовить электронные уроки и книги с применением новейших средств мультимедиа, включая гипертекстовые и гипермедиа-ссылки, анимированные графики различной степени сложности, фрагменты видеофильмов и звуковое сопровождение);

- табличный процессор MS Excel (может быть использован как средство для построения диаграмм, описывающих динамику изучаемых процессов, как инструмент для экспериментирования, что формирует у ученика умение находить оптимальное решение, возможность выражать решение уравнений в графической и аналитической форме, умение отыскивать целочисленные решения; используя MS Excel, ученик приобретает навыки построения графиков по заданным значениям x и y , исследования схемы построения числовых последовательностей, анализа статистических данных);

- электронный учебник-справочник «Планиметрия» (считается одним из первых программных средств для изучения математики на компьютере, причем от большинства других компьютерных обучающих программ «Планиметрия» отличается полнотой изложения курса геометрии, функциональностью, минимальной условностью подачи материала);

- программа «Живая математика» (компьютерная система интерактивного моделирования, исследования и анализа широкого круга задач при изучении геометрии, стереометрии, алгебры, тригонометрии, математического анализа, является эффективным средством для широкого спектра пользователей от учеников 1 класса до студентов вуза, хотя в основном она рассчитана на поддержку школьного курса геометрии и алгебры).

Однако необходимо отметить, что для изучения школьного курса математики наиболее подходящим средством является именно система «Живая математика». Системы компьютерной математики MathCAD, Maple, MatLab являются достаточно дорогостоящими. Для использования табличного процессора MS Excel учащиеся должны иметь некоторый базовый уровень необходимых знаний. «Планиметрия» трудна для первичного изучения математики из-за широкого использования теоретико-множественных понятий и символов, что, безусловно, связано с системой аксиом, которую выбрали авторы в качестве базовой для своего учебника.

Очевидно, что для достижения высокого уровня математической подготовки учащихся необходимо обеспечить возможность приобретения ими фундаментальных знаний, развития воображения, стремления к самостоятельному изучению нового материала. Однако результаты единого государственного экзамена по математике показывают, что уровень знаний и умений школьников является достаточно низким, причем достаточно серьезные проблемы учащиеся испытывают при решении геометрических задач, а многие ученики вовсе не приступают к решению подобных заданий.

Малое количество наглядных примеров приводит к тому, что в 10 классе, начиная изучать новый раздел геометрии – стереометрию, ученики, имевшие дело в 7–9 классах с геометрией на плоскости, испытывают серьезные затруднения при переходе из плоскости в пространство. «Лишнее» измерение создает особенные сложности уже в начале изучения стереометрии, когда учащиеся сталкиваются с необходимостью представить себе столь абстрактные понятия, как бесконечно протяженные прямая и плоскость в пространстве, которым посвящено большинство теорем и задач курса 10 класса. Причем понятие прямой на плоскости, которое школьники изучили еще в седьмом классе, практически не позволяет упростить сложность восприятия схожего объекта с дополнительным свойством.

Второе затрудняющее школьников обстоятельство – как подойти к доказательству теоремы или решению зачастую весьма абстрактной задачи. А проблема учителей – как научить школьников находить нужный подход. Дело в том, что хотя геометрическое, пространственное воображение присуще некоторым школьникам, но таких не так уж много.

Большинству школьников требуется помощь в развитии умения представлять и изображать стандартные стереометрические конфигурации, их приходится как-то обучать геометрическому видению – пониманию теорем и условий задач, сформулированных словесно.

Усиление логической составляющей курса геометрии, стремление построить курс на строго дедуктивной основе привело к тому, что проблема развития пространственного мышления отошла на дальний план, что отрицательно отразилось на результатах обучения геометрии и, в первую очередь, стереометрии.

Процесс формирования и развития пространственных представлений характеризуется умением мысленно конструировать пространственные образы или схематические конфигурации изучаемых объектов и выполнять над ними мыслительные операции, соответствующие тем, которые должны быть выполнены над самими объектами.

Очевидно, что проблема наглядности, связанная с тем, что изображения даже простейших стереометрических фигур, выполненные в тетрадах или на доске, как правило, содержат большие погрешности, является одной из основных проблем при изучении стереометрии. Чтобы сделать восприятие материала более легким учителя часто используют такие наглядные пособия на уроках геометрии, как модели параллелепипеда, пирамиды, правильных многогранников, которые можно найти в большинстве кабинетов математики. При этом чаще всего такие модели используются с чисто иллюстративной целью: все, что с ними можно делать – это разглядывать с разных сторон. Однако запастись моделями для всего разнообразия решаемых на уроках задач невозможно.

Использование при изучении стереометрии вещественных моделей для показа взаимного расположения прямых и плоскостей в пространстве необходимо, но недостаточно. Во-первых, не всегда просто показать расположение объектов внутри геометрических тел; во-вторых, невозможно проследить динамику построений; в-третьих, переход от вещественной пространственной модели к ее изображению на плоском чертеже затруднен для учащихся. Отсюда повышенный интерес к виртуальному трехмерному моделированию и его применениям в школе.

Визуальное представление определений, формул, теорем и их доказательств, качественных чертежей к геометрическим задачам, предъявление подвижных зрительных образов в качестве основы для осознанного овладения научными фактами обеспечивает эффективное усвоение учащимися новых знаний и умений.

В современной школе многие учителя математики имеют некоторые навыки применения новых информационных технологий на уроках и при подготовке к ним. Подготовить к уроку материал, иллюстрирующий доказательство теоремы или решение задачи в трехмерном пространстве, можно такими распространенными программными средствами, как, например, MS PowerPoint. Однако их применение для подобных целей

требует от пользователя не только высокого уровня знаний и навыков работы с системой, но и умения обеспечить выполнение дидактических целей занятия. Кроме того, при создании таких проектов учитель должен самостоятельно следить не только за соблюдением необходимых технических требований при построении тех или иных линий в чертеже, но и за его соответствием условию поставленной задачи.

Справиться со многими такими проблемами помогает программа «Живая математика». Поскольку в основе системы программный инструмент фирмы Key Curriculum «Geometers Sketchpad», поэтому «Живая математика» наиболее часто применяется для иллюстрации именно геометрических элементов. Кроме того, пакет Geometer's Sketchpad дополняют разработки Института новых технологий - компьютерные альбомы, задачки, примеры использования программы, а также печатные методические материалы.

Являясь достаточно простой в освоении, рассматриваемая компьютерная проектная среда позволяет создавать красочные, легко варьируемые и редактируемые чертежи, осуществлять операции над ними, а также проводить измерения геометрических величин. Использование программы в преподавании геометрии обеспечивает развитие деятельности учащегося по таким направлениям, как анализ, исследование, построение, доказательство, решение задач, головоломок и даже рисование.

Кроме того, работа в такой «кваситрехмерной среде» отлично развивает пространственное воображение. Появляется возможность по-новому ставить и решать задачи на построение в пространстве, причем проверка правильности решения обеспечивается самой возможностью взглянуть на конструкцию с разных сторон. Да и другие виды задач и методы их решения при переносе на интерактивные модели получают новое качество, в первую очередь следует отметить задачи на метод проекций.

Преподаватель, располагающий компьютером, мультимедийным проектором и экраном, имеет возможность интенсифицировать процесс обучения, сделать его более наглядным и динамичным. При помощи программы «Живая математика» можно легко строить сечения в прямоугольном параллелепипеде и в тетраэдре, на которые при ручном построении тратится немало времени. В процессе работы можно вращать многогранник для лучшего представления сечения. Ученики начинают лучше понимать отличие скрещивающихся прямых от пересекающихся, отличать видимые точки пересечения от настоящих точек пересечения.

Рассмотрим простую задачу с построением сечения методом следов в прямоугольном параллелепипеде. Дан прямоугольный параллелепипед. Построить сечение параллелепипеда, проходящее через след a и точку P (рис. 1).

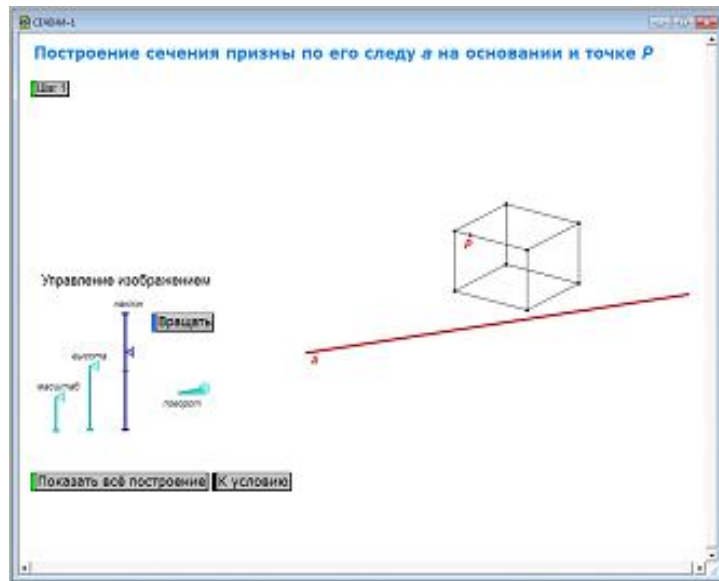


Рис. 1. Исходная модель

При построении можно провести ортогональные проекции точек на боковых гранях, а также включить в любой момент вращение конструкции вокруг одной или нескольких осей чтобы, выбрав новый ракурс изображения, проверить правильность выполненных построений (рис. 2).

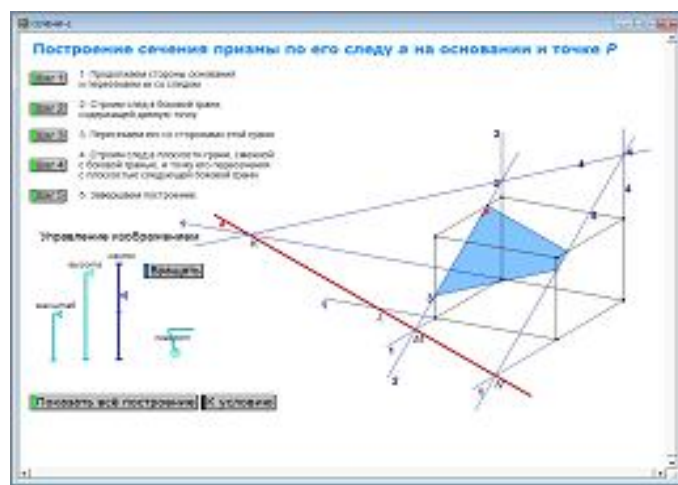


Рис. 2. Итоговая модель

Современная трехмерная графика позволяет создавать модели достаточно сложных геометрических фигур и их комбинации, вращать их на экране, выбирать удобное для решения положение фигур, освещать и выделять нужные объекты.

Иллюстрациями качественных утверждений служат подвижные чертежи, позволяющие работать со всеми объектами, составляющими конфигурации, используемые в формулировках. Иногда такие чертежи содержат некоторые значения численных характеристик, если последние подтверждают справедливость качественных утверждений. Перемещая

элементы чертежа, учащийся может убедиться в истинности утверждений, при этом учитель имеет возможность контролировать понимание формулировок: задавать вопросы о существенности условий, просить ученика точно формулировать его наблюдения.

Использование данной программы позволяет сделать процесс обучения интересным и наглядным, развивает творческую деятельность учащихся, их абстрактное и логическое мышление.

Среда «Живая математика» представляет собой электронный аналог готовальни, разумеется, с дополнительными возможностями, например, таким как создание своеобразных геометрических "мультфильмов".

Следует отметить, что сама среда не является обучающей и "сама ничего не делает", - все чертежи в ней создаются пользователем, а программа лишь предоставляет для этого необходимые средства, так же как и возможности для усовершенствования чертежей и их исследования.

Для создания чертежей используются такие стандартные геометрические операции, как проведение прямой (луча, отрезка) через две точки, построение окружности по заданному центру и точке на окружности (или по заданным центру и радиусу), биссектрисы угла, середины отрезка, проведение перпендикулярных и параллельных прямых, фиксация пересечения прямых, окружностей, прямой и окружности.

Имеется хорошо развитая система измерений длин, углов, площадей, периметров, отношений с достаточно большой точностью, которая легко регулируется.

Имеющаяся система преобразований позволяет производить над объектами такие операции как отражение, растяжение, сдвиги, повороты. А главное, во время работы с «Живой математикой» пользователь может взять точку на созданном чертеже и переместить ее по предписанной траектории. При этом изменяется длина, форма линий, то есть первоначальное изображение принимает совсем иные формы. И ощущение от этого совсем иные, чем при разглядывании статистического чертежа!

Таким образом, одно из главных достоинств «Живой геометрии» - возможность непрерывно менять объекты, что создает предпосылки для развития компьютерного эксперимента.

Орнаменты и рисунки самая увлекательная и творчески развивающая часть программы. Здесь ученику приходится применять все свои умения и навыки в построении геометрических фигур для создания красивых узоров. Самыми интересными являются задания, где требуется придумать свои узоры. Здесь каждому ученику представляется возможность показать свои способности.

Эта обучающая программа может использоваться при изучении математики по любым учебникам, в любом классе позволяя учителю продемонстрировать изучаемый материал.

Пакет «Живая математика» позволяет не только изучать основные геометрические объекты и их свойства, создавать интерактивные чертежи,

а также выполнять различные измерения. Кроме того, она лучше развивает понимание при формулировании теорем и последующего их доказательства. С помощью программы можно также найти примеры, ручной поиск которых занял бы много времени или же просто невозможен.

Выделим основные достоинства программы "Живая математика" для процесса обучения:

- развивает навыки самостоятельного мышления;
- формирует положительное и ответственное отношение к учебе, прослеживается рост успеваемости;
- повышается самооценка учащегося, самокритичность;
- появляется заинтересованность и потребность в получении дополнительных знаний;
- раскрывается интерес к научной деятельности, что является существенным достижением в период значительного спада интереса к математике;
- высокий эстетический уровень оформления работ, делает изучение математики привлекательным.

Следовательно, программа «Живая математика» представляет собой уникальный продукт, позволяющий строить современный компьютерный чертеж, который легко идентифицируется с традиционным, но в отличие от него программный чертёж можно тиражировать, деформировать, перемещать и видоизменять, элементы чертежа легко измерить компьютерными средствами, а результаты этих измерений допускают дальнейшую компьютерную обработку. Именно динамический, визуальный метод «Живой математики» позволяет младшим ученикам приобретать необходимый опыт манипуляции математическими объектами. С помощью Sketchpad учащиеся могут создать объект, а затем изучить его математические свойства, просто перемещая объект мышью. Все математические отношения, заложенные при построении, сохраняются, позволяя ученикам изучить целый комплекс аналогичных случаев за несколько секунд. Такой стиль работы, как отмечают психологи, подводит учащихся к обобщениям самым естественным путем. Sketchpad помогает процессу открытия, при котором даже студенты сначала представляют себе и анализируют проблему, и затем делают предположения, прежде, чем попытаются доказать.

В задачах динамической обработки данных широкое применение нашли различные вероятностно-статистические методы. Успех в их усвоении и практической реализации во многом зависит от того, как рано учащийся познакомится с вероятностно-статистическими подходами, например, описанными в [4, 5]. Поэтому формирование как "ансамблевого" воображения, так и "фильтрационного" воображения имеет фундаментальное значение для понимания основ современной стохастической информатики.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-07-00021).

Литература

1. Высоцкий И.Р. Единый государственный экзамен. Универсальные материалы для подготовки учащихся. Математика. Под редакцией Семенова А.Л., Яценко И.В. / ФИПИ – М.: Интеллект-Центр, 2010. 96с.
2. Дубровский В.Н. Стереометрия с компьютером // Компьютерные инструменты в образовании, 2003. № 6. С. 3-11.
3. Рязановский А.Р., Мирошин В.В. Математика, решение задач повышенной сложности. М.: Интеллект-Центр, 2007. 480с.
4. Сеницын И.Н., Корепанов Э.Р., Белоусов В.В., Шоргин В.С., Макаренко И.В., Конашенкова Т.Д., Агафонов Е.С., Семендяев Н.Н. Развитие компьютерной поддержки статистических исследований систем высокой точности и доступности // Системы и средства информатики, 2011. Вып. 21. № 1. С. 7-37.
5. Сеницын И.Н. Канонические представления случайных функций и их применение в задачах компьютерной поддержки научных исследований. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2009. 768 с.

Пархоменко С.С.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»,
аспирант 1-го года обучения по специальности «Теоретические
основы информатики»
ibm8086@yandex.ru

Об оценке времени выполнения приложения в распределённых вычислительных сетях

1. Введение

Добровольные вычисления – распределенные вычисления с использованием предоставленных добровольно вычислительных мощностей. Идея родилась в связи с бурным развитием Интернета, который вбирает в себя огромные вычислительные ресурсы. Современные вычислительные системы для добровольных вычислений строятся на базе GRID-систем. В качестве их ключевых особенностей можно выделить слабосвязанность, гетерогенность компьютеров.

Автор в [1] отмечает, что использование исторической базы в планировании хорошо изучено и доказана её эффективность. Однако проблема организации исторической базы данных пока остаётся открытой. Для каждой отдельной задачи прогнозирования подбирается конкретный, оптимальный для неё, способ сбора статистических данных. В случае с добровольными вычислениями, за основу можно взять проблему составления прогноза для нового участника сети: на чём основать прогноз для участника, который ещё не принимал участия в решении задач? Один из способов решения проблемы описан в пункте 2 статьи.

После сбора данных необходимо провести их обработку и подобрать алгоритм, по которому из них выводится оценка. Например, в [2] определяется степень подобия запускаемой и ранее выполнявшихся программ по ряду параметров, которые фигурируют в соответствующей метрике «близости». В силу того, что в сети добровольных вычислений участники постоянно сменяют друг друга (или просто уходят на время), необходимо получить и обработать сведения о времени выполнения приложений на ограниченном парке машин таким образом, чтобы иметь возможность получить оценку для широкого множества оборудования. Для решения этой проблемы можно воспользоваться возможностями нейронных сетей выводить сложные функции по обучающей выборке и находить новые значения полученной функции с помощью интерполяции.

Данная статья преследует определённую цель – получить оценку времени выполнения приложения. Сформулируем для этого математическую задачу: пусть существует некоторое множество машин Ω , параметров P , и временная шкала $T = (0, \infty)$. Пусть каждую машину $\omega \in \Omega$

можно описать с помощью некоторого вектора $\vec{X} = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, $p_m \in P$, причём $\forall \omega (m = \text{const})$. Предположим, что в некоторый момент времени в сети присутствуют машины $w_i, |w| = n, i = \overline{1, n}, w_i \in \Omega$ с наборами параметров $\vec{X}^i = \{p_1^i, p_2^i, \dots, p_m^i\}$, где n – некоторое малое число (в данной статье условно примем $10 < n < 100$), m – количество наблюдаемых параметров. Пусть $\exists F, \forall \vec{X} (\vec{X} \xrightarrow{F} T)$. Стоит отметить, что F – не обязательно является математической функцией. В общем случае это может быть абсолютно любое сюръективное преобразование вектора \vec{X} в шкалу T . Необходимо найти для $\omega_k \notin \omega_i$ значение $F \circ \vec{X}^k = t$, где $t \in T$ – оценка времени выполнения приложения.

2. Анализ способов составления исторической базы

Сформулируем и проверим **гипотезу 1**: использование постоянных характеристик вычислительной аппаратуры даёт однозначную прогнозируемую оценку.

Для наглядности в качестве постоянной характеристики примем частоту процессора. Для этого будем ориентироваться на очевидную зависимость: чем выше частота процессора, тем меньше время, затраченное на выполнение приложения.

Формально эту зависимость можно представить в виде правила: если $v_1 > v_2$, то $t_1 < t_2$, где t_1, t_2 – время выполнения приложения на компьютерах с частотой процессора v_1 и v_2 соответственно.

Для проверки гипотезы был проведён вычислительный эксперимент, суть которого заключается в определении времени выполнения некоторой тестовой программы 25 участниками-компьютерами с известной частотой процессора. Тестовая программа была разработана так, чтобы влияние остальных характеристик компьютера (например, объём памяти, частота шины и прочие) оказывали минимальное влияние на её время работы. На основе полученных данных $G_1 = \{(v_n, t_n)\}_{n=1}^{31}$ составлен график (рис. 1).

Проанализировав график на рис. 1, отметим, что данные имеют высокую степень зашумлённости. Из этого следует, что оценка времени выполнения приложения тоже будет приближенной. Среди данных G_1 , можно отметить появление нескольких компьютеров с одинаковой частотой процессора, но разным временем выполнения приложения, что приводит к неопределённой ситуации, в которой $f : G_1 \rightarrow t, \exists v_1, v_2 : f(v_1) = f(v_2), v_1 \neq v_2$; её можно обобщить и записать в виде утверждения:

$$\forall G(P(\exists(f : \xi \rightarrow t(\xi_1 \neq \xi_2 \wedge f(\xi_2)))) > 0),$$

где $G_1 = \{(\xi_n, t_n)\}_{n=1}^k$ – данные, представленные в виде набора из k точек с координатами (ξ, t) , ξ – значение некоторого параметра, t – значение времени, $P(A)$ – вероятность выполнения события A , т.е. функция зависимости времени работы приложения от одного фактора в общем

случае является многозначной.

Пунктиром выделены графики функции степенной регрессии.

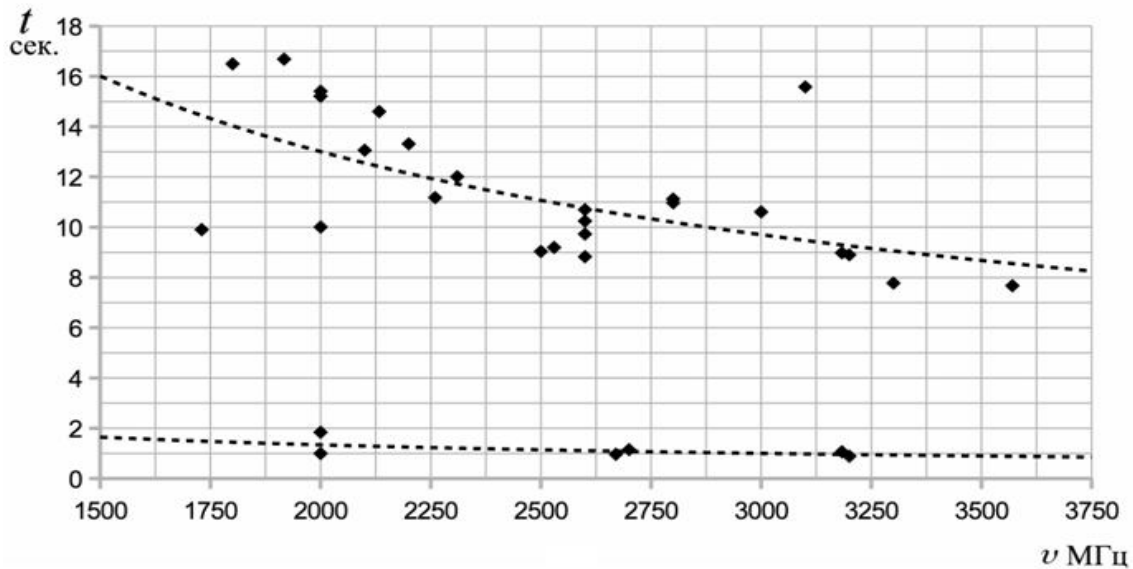


Рис. 1. График зависимости времени выполнения от частоты процессора.

По графику визуально можно выделить две группы данных. Первая группа $g_1 \in G_1$ лежит в промежутке $\bar{t}_1 \in [7.674, 15.211]$, а вторая $g_2 \in G_1$ – в $\bar{t}_2 \in [0.893, 1.152]$. Найдём функции степенной регрессии для каждой группы и наложим их графики на полученные данные. Для группы g_1 функция имеет вид: $R_1(\nu) = 3167.82\nu^{-0.72}$; для $R_2(\nu) = 312.09\nu^{-0.72}$. С помощью этих функций, можно грубо представить зависимость времени выполнения приложения от частоты процессора, и в общем, подтвердить зависимость, но образование 2-х разных групп данных ставит под сомнение исследуемую гипотезу.

Причина образования группы g_2 проста: некоторые участники эксперимента использовали новую версию компилятора.

Чтобы более полно учитывать факторы, влияющие на работу приложений, можно воспользоваться дополнительными тестовыми приложениями, собирающими информацию о производительности отдельных частей компьютера. Например, в качестве оценочных задач для набора тестов SPEC'92 для оценки производительности коммерческих систем используются: задача сжатия информации, задача упрощения булевой функции, проецирование лучей через оптическую систему и прочие [3]. Таким образом, замеряется скорость работы с целыми, дробными, логическими переменными, работа с памятью и внешними ЗУ. Тестовые приложения позволяют учитывать не только аппаратную составляющую компьютера, но и программную. Время их работы и будем считать *относительным параметром*. Совокупность относительных параметров позволяет снизить степень неопределённости, поскольку множество неучтенных факторов влияют на работу не только контрольного приложения, но и тестовых. Это значит, что найти

компьютеры с одинаковым временем выполнения тестового приложения сложнее, чем с одинаковым процессором.

Основываясь на вышесказанном, построим **гипотезу 2**: *использование относительных параметров позволяет получить более точную оценку.* Соответственно, ожидаемую зависимость можно сформулировать следующим образом: *чем меньше время выполнения тестового (замерочного) приложения, тем меньше прогнозируемое время контрольного.*

Проверим эффективность применения относительных параметров для оценивания времени выполнения приложения. Согласно условию эксперимента имеется ограниченное число компьютеров разной мощности и задача численного интегрирования (шаг, функция и промежуток не меняются). Программа компилируется на разных компьютерах разными компиляторами и опциями и запускается несколько раз. Для сравнения, были найдены величины среднеквадратичной ошибки для функций степенной регрессии, построенные для $G_2 = \{(v_n, v_n)\}_{n=1}^{66}$ ($R_{G_2}(v) \approx 543360116.14v^{-1.075}$, рис.2) и $G_3 = \{(T3_n, t_n)\}_{n=1}^{66}$ ($R_{G_3}(T3) \approx 21.823 \cdot [T3]^{0.734}$), где $T3$ – время выполнения тестовой программы по замеру скорости проведения операций над целыми числами. В результате получено: $E_{R_{G_2}} = 4409360.4$ нс, в то время как $E_{R_{G_3}} = 2686117.52$ нс, погрешность снизилась на 39%.

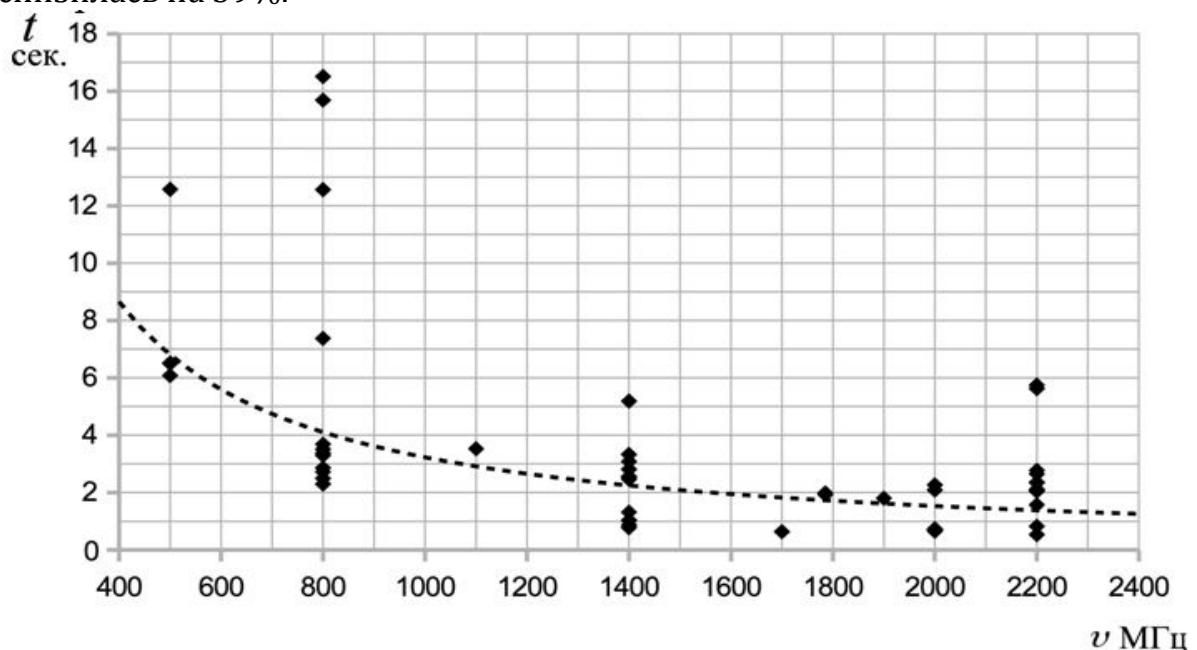


Рис. 2. График зависимости времени выполнения от частоты процессора. Пунктиром выделены графики функции степенной регрессии.

Проверим **гипотезу 3**: повышение размерности функции отображения f за счёт увеличения числа тестовых приложений, позволяет повысить точность прогноза. Предположим, что существует некоторая

функция

$$Time(T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7) = t.$$

Для поиска сложной многомерной функции воспользуемся многослойным перцептроном [4]. Он обладает свойством универсальной аппроксимации и способен решать задачи интерполяции. Его скрытые слои выделяют статистические зависимости высокого порядка. Это позволяет применять функцию *Time* для большего количества компьютеров, чем то, которое было использовано при обучении нейросети.

3. Вычислительный эксперимент

Пусть имеется 7 тестовых приложений для замера относительной мощности компьютера и некая контрольная задача (выше упомянутая задача интегрирования; область интегрирования, функция и шаг считаются постоянными). Тестовые приложения измеряют скорость работы генератора случайных чисел (T1), скорость выделения/заполнения/очистки большого участка памяти (T2), выполнения арифметических операций с различными типами данных (T3 – T6), скорость вычисления сложной функции (T7). Они скомпилированы тем же компилятором и с теми же опциями, что и контрольная задача. Имеется 17 компьютеров, на которых проведены замеры тестовых приложений и контрольной задачи (всего 66 замеров, в среднем ≈ 3.88 замера на компьютер).

В таблице 1 приведена часть полученных данных (в наносекундах):

Табл. 1. Результаты замеров (в нс.)

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	R
1258446	835494	6164579	8897774	1292405 8	6126578	7553222	5746288
1258446	835494	6164579	8897774	1292405 8	6126578	7553222	5632924
988033	68416	4234466	4243164	4148505	4135107	6459890	1576530
517369	193213	2031133	2047022	2048443	2062096	3082111	535604
517369	193213	2031133	2047022	2048443	2062096	3082111	533015
517369	193213	2031133	2047022	2048443	2062096	3082111	826273
6499735	10789480	29580576	4089941 9	4270878 6	3098283 2	2644260 8	6496516
699185	276030	2651103	2652607	2651999	2653769	3589381	635932
...

Таким образом, обучающая выборка имеет вид $\{(T1_i, T2_i, \dots, Tn_i, R)\}_{i=1,66}^{n=1,7}$, где Tn – независимая входная переменная, (в данном случае, время выполнения тестового приложения), R – зависимая выходная переменная (время выполнения контрольного приложения).

Используем полученные данные как обучающую выборку для нейросети с семью входными, пятью скрытыми и одним выходным нейронами с сигмоидальными активационными функциями. Для обучения используем метод Левенберга-Марквардта [5-7], поскольку более эффективен, в отличие от классического метода обратного распространения ошибки. В процессе обучения редко достигается

некоторое минимальное значение ошибки (если оно очень мало), поскольку справедливо утверждение 1, поэтому используется ограничение на количество итераций, чтобы гарантировать завершение обучения за разумный срок. В этом эксперименте проведено 2000 итераций обучения. Величина среднеквадратичной ошибки получилась $E \approx 953311$ нс.

Пусть необходимо сделать прогноз времени выполнения контрольной задачи для нового компьютера. Оценим его мощность с помощью тестовых программ и найдём T1 – T7. После подачи данных на вход нейросети был получен прогноз $t = 2055935$ нс. Реальное время выполнения приложения составило $t' = 2299611$ нс. Для сравнения:

$$R_{G_2}(1600) \approx 1948593 \text{ нс.}, R_{G_3}(3589236) \approx 1411130 \text{ нс.}$$

В ходе многих экспериментов, точность оценок не всегда была удовлетворительной. Метод обучения Левенберга-Марквардта очень чувствителен к начальным значениям весовых коэффициентов. Сказывается недостаточность исходных данных для многомерной функции. Из этого следует, что для повышения точности прогнозирования необходимо постоянно обеспечивать нейросеть новыми данными и применять методы очищения данных от шумов.

В ходе различных экспериментов ставилась задача получения максимально точной оценки времени выполнения линейного алгоритма. Благодаря исследованиям была установлена эффективность определения мощности компьютера через различные оценочные тесты и была проанализирована их взаимосвязь с временем выполнения реальных приложений.

4. Вывод

В результате исследований получен способ достаточно достоверного прогнозирования времени выполнения линейного алгоритма на широком спектре оборудования. Для этого была подобрана совокупность параметров, формирующих историческую базу данных и учитывающую как программную, так и аппаратную составляющую вычислительного устройства. Высокая адаптивность системы позволяет применять её в динамичных средах, таких как сети добровольных вычислений.

В статье предложен способ обработки данных исторической базы, направленный на получение прогнозов с помощью нейронных сетей.

Для подтверждающего эксперимента были собраны данные с различного оборудования и проведены сравнительные вычисления.

Литература

1. Gibbons R. A historical application profiler for use by parallel schedulers // In Job Scheduling Strategies for Parallel Processing. Springer Verlag, 1997. P. 58–77.
2. Resource selection using execution and queue wait time predictions: Rep.; Executor: Warren Smith, Parkson Wong: 2002.
3. Conte T. M., Menezes K. N. P., Sathaye S. W. A technique to determine power-efficient, high-performance superscalar processors // Proceedings of the 28th Annual Hawaii International

Conference on System Science / Computer Architecture Research Laboratory, Department of Electrical and Computer Engineering University of South Carolina. Columbia, South Carolina 29208, 1995.

4. Хайкин С. Задачи обучения // Нейронные сети. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. С. 56.

5. Wikipedia. Levenberg-marquardt algorithm — wikipedia, the free encyclopedia. 2011. [Online, accesse 5-April-2011]. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Levanberg-Marquardt_algorithm.

6. Sousa C. Neural network learning by the levenberg-marquardt algorithm with Bayesian regularization (part 1). 2009. URL: http://crsouza.blogspot.com/2009/11/neural-network-learning-by-levenberg_18.html.

7. Sousa C. Neural network learning by the levenberg-marquardt algorithm with Bayesian regularization (part 2). 2009. URL: <http://crsouza.blogspot.com/2009/11/neural-network-learning-by-levenberg.html>.

Алгоритм построения оптимального эйлерова покрытия для многосвязного графа

Задачи нахождения маршрутов, удовлетворяющих определенным ограничениям, появились из конкретных практических ситуаций. Например, в задачах раскроя листового материала плоский граф является моделью раскройного плана, а маршрут, покрывающий все ребра, определяет траекторию режущего инструмента.

Моделью раскройного листа будем считать плоскость S , моделью раскройного плана – плоский граф G с внешней гранью f_0 на плоскости S . Для любой части графа $J \subseteq G$ (части траектории движения режущего инструмента) обозначим через $\text{Int}(J)$ теоретико-множественное объединение его внутренних граней (объединение всех связных компонент множества $S \setminus J$, не содержащих внешней грани). Тогда $\text{Int}(J)$ можно интерпретировать как отрезанную от листа часть. Множества вершин, ребер и граней графа J будем обозначать через $V(J)$, $E(J)$ и $F(J)$ соответственно, а число элементов множества M – через $|M|$. При этом требуется, чтобы отрезанная от листа часть не требовала дополнительных разрезов. В общем случае раскройный план представляет многосвязный граф, состоящий из вложенных компонент связности. Задача состоит в построении покрытия графа ребрами, учитывающего ограничения, наложенные практической задачей. Автором разработаны алгоритмы построения такого покрытия для связного графа [1, 2], а также алгоритмы нахождения допустимого эйлерова покрытия с упорядоченным охватыванием для многосвязного графа [3]. В данной работе модифицируем алгоритм, изложенный в [2, 3], на случай многосвязного графа с вложенными компонентами связности.

В соответствии с [1] будем говорить, что цепь $C = v_1 e_1 v_2 e_2 \dots v_k$ в плоском графе G имеет **упорядоченное охватывание**, если для любой его начальной части $C_l = v_1 e_1 v_2 e_2 \dots e_l$, $l \leq (|E|)$ выполнено условие $\text{Int}(C_l) \cap E = \emptyset$.

Также будем говорить, что последовательность реберно-непересекающихся цепей

$$C^0 = v^0 e_1^0 v_1^0 e_2^0 \dots e_{k_0}^0 v_{k_0}^0, C^1 = v^1 e_1^1 v_1^1 e_2^1 \dots e_{k_1}^1 v_{k_1}^1, \dots, C^{n-1} = v^{n-1} e_1^{n-1} v_1^{n-1} e_2^{n-1} \dots e_{k_{n-1}}^{n-1} v_{k_{n-1}}^{n-1}$$

с упорядоченным охватыванием, покрывающая граф G и такая, что

$$(\forall m : m < n) \left(\bigcup_{l=0}^{m-1} \text{Int}(C^l) \right) \cap \left(\bigcup_{l=m}^{n-1} C^l \right) = \emptyset$$

является **покрытием с упорядоченным охватыванием**.

Построение покрытия графа с упорядоченным охватыванием решает поставленную задачу раскроя. Наибольший интерес представляют

покрытия с минимальным числом цепей, поскольку переход от одной цепи к другой соответствует холостому проходу режущего инструмента.

Минимальную по мощности последовательность реберно-непересекающихся цепей с упорядоченным охватыванием в плоском графе G будем называть **эйлеровым покрытием с упорядоченным охватыванием**.

Существование эйлеровых циклов с упорядоченным охватыванием в плоских эйлеровых графах доказано в работах [4, 5]. Рекурсивные алгоритмы построения таких циклов представлены в работе [4]. Проблеме построения маршрута с упорядоченным охватыванием в плоском графе произвольного вида посвящена работа [6], в которой разработан алгоритм построения таких маршрутов, имеющий вычислительную сложность не более $O(|E|^2)$. В работе [7] предложен эффективный алгоритм построения циклов с упорядоченным охватыванием в плоских эйлеровых графах, имеющий вычислительную сложность $O(|E| \cdot \log_2 |V|)$. Построению покрытий плоских связных графов последовательностью цепей с упорядоченным охватыванием посвящены статьи [2, 6]. Алгоритм нахождения допустимой цепи, покрывающей ребра многосвязного графа предложен в [3].

Рассмотрим результат, доказанный в [2] и дающий возможность построения последовательности цепей с упорядоченным охватыванием с любым наперед заданным множеством дополнительных ребер M , образующим паросочетание на множестве вершин нечетной степени V_{odd} .

Теорема. Пусть $G = (V, E)$ топологический плоский граф на плоскости S , не имеющий висячих вершин. Для любого множества M , являющегося паросочетанием на множестве V_{odd} (состоящего из $2n$ вершин нечетной степени графа G), и такого, что $M : (M \cap S) \setminus V = \emptyset$ существует эйлеров цикл $C = v_1 e_1 v_2 e_2 \dots e_n v_1$, $n = |E| + |M|$, для любой начальной части которого $C = v_1 e_1 v_2 e_2 \dots v_l$, $l \leq |E| + |M|$, выполнено условие $\text{Int}(C_l) \cap E = \emptyset$.

Доказательство теоремы конструктивно, в ней предложен алгоритм M-Cover для построения искомого покрытия.

При описании алгоритма используется понятие **уровня вложенности ребра** $e : kmark(e)$.

Уровнем вложенности ребра e плоского топологического графа $G(V, E)$ будем называть значение функции $kmark(e)$ определяемой рекурсивно:

- все ребра, инцидентные внешней грани f_0 графа $G(V, E)$ образуют множество ребер $E_1 = \{e \in E : e \subset f_0\}$ с уровнем вложенности $(\forall e \in E_1)(kmark(e) = 1)$;
- ребра с уровнем вложенности 1 в графе

$$G_k \left(V, E \setminus \left(\bigcup_{l=1}^{k-1} E_l \right) \right), \quad k \geq 2$$

составляют множество E_k ребер с уровнем вложенности k в исходном графе G , т. е. $(\forall e \in E_k)(kmark(e) = k)$.

С точностью до гомеоморфизма представление любого плоского

графа $G=(V,E)$ возможно с помощью задания для каждого ребра e функций $v_1(e), v_2(e), l_1(e), l_2(e), f_1(e), f_2(e)$ (рис.1).

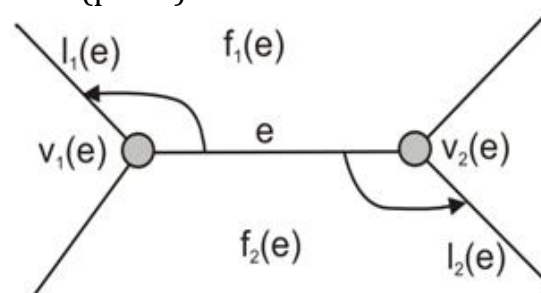


Рис.1. Функции, кодирующие ребра графа

Функции $v_k(e), k=1,2$ представляют вершины, инцидентные ребру e , $f_k(e), k=1,2$ – грани, которые находятся слева при движении по ребру e от вершины $v_k(e)$ к $v_{3-k}(e)$, и $l_k(e), k=1,2$ – ребра, инцидентные граням $f_k(e)$.

Более того, алгоритм M-Cover использует две функции из алгоритма OrderedEnclosingCover, отвечающего за построение цепи с упорядоченным охватыванием.

Рассмотренный в работе [6] алгоритм OderedEnclosingCover состоит из трех основных частей: инициализация, упорядочение и формирование.

На этапе **инициализации** необходимо определить начальные значения всех переменных (найти начальные вершину и ребро, все ребра считать непомеченными, а все списки – пустыми).

Функциональное назначение этапа **упорядочения** состоит в:

- определении значения $kmark(e)$ для каждого ребра;
- формировании для каждой вершины списка инцидентных ребер, упорядоченных по убыванию значения $kmark(e)$.

После сортировке ребер по убыванию значения $kmark(e)$ осуществляется переход к третьему этапу работы алгоритма – **формированию**, где осуществляется:

- выбор вершины нечетной степени с максимальным значением $kmark(e)$;
- построение цепи, начинающейся в этой вершине, и заканчивающуюся в другой вершине нечетной степени;
- удаление концевых вершин цепи из списка вершин нечетной степени.

Если после выполнения этапа формирования остались ребра, не принадлежащие ни одной из цепей (ребра, ограничивающие внешнюю грань) – построить цикл, состоящий из этих ребер.

Приведем алгоритм M-Cover построения допустимого эйлера покрытия графа цепями с упорядоченным охватыванием [2].

Алгоритм M-Cover

Входные данные:

- плоский граф G ;
- паросочетание M на множестве вершин нечетной степени V_{odd} .

Выходные данные: $C_j, j=1, \dots, V_{odd}/2$ – эйлерово покрытие графа G цепями с упорядоченным охватыванием.

Шаг 1. Выполнить процедуры **Инициализация** и **Упорядочение** (т.е. Шаг 1 и Шаг 2 алгоритма `OderedEnclosingCover` [5]). Положить $j=1$. Объявить вершину v_0 , смежную внешней грани, текущей, положить $v_0^j = v_0$.

Шаг 2. Выполнять построение цепи C_j с помощью процедуры **Формирование** [5], используя вершину v_0 в качестве начальной. Пусть вершина v_0 является конечной вершиной построенной цепи. Если $v^0 \in W_{odd}$, то перейти на шаг 6; иначе перейти на шаг 3.

Шаг 3. Если вершина v^0 является тупиковой, то перейти на шаг 5, иначе перейти на шаг 4.

Шаг 4. Если $kmark(v_1) < kmark(v^0)$, то положить $v_0 = v^0$ и перейти на шаг 2 (продолжить построение цепи C_j из текущей вершины).

Шаг 5. Найти $v_1: (v^0, v_1) \in M$. Закончить построение текущей цепи: $v_1^j = v^0$, $j = j+1$, $V_{odd} = V_{odd} \setminus \{v^0, v_1\}$, $M = M \setminus \{(v^0, v_1)\}$ принять $v_0^j = v_1$ за текущую вершину следующей цепи и перейти на шаг 2 (начать построение новой цепи C_j из вершины $v_0 = v_0^j$).

Шаг 6. Останов.

Конец алгоритма M-Cover

Вычислительная сложность алгоритма M-Cover не превосходит величины $O(|E| \cdot \log_2 |V|)$.

Для построения оптимального покрытия достаточно в качестве M взять кратчайшее паросочетание на множестве V_{odd} [2].

Алгоритм OptimalCover

Входные данные:

плоский граф G , представленный списком ребер с заданными на них функциями $v_k(e), l_k(e), f_k(e), k=1,2$.

Выходные данные: $C_j, j=1, \dots, |V_{odd}|/2$, – покрытие графа G цепями с упорядоченным охватыванием.

Шаг 1. Найти кратчайшее паросочетание M на множестве V_{odd} .

Шаг 2. Выполнить алгоритм M-Cover для графа G и паросочетания M .

Шаг 3. Останов.

Конец алгоритма OptimalCover

Сложность алгоритма OptimalCover не превосходит величины $O(|V|^3)$ (т.е. сложности построения паросочетания).

Пример сравнения результатов работы алгоритмов `OderedEnclosingCover` и M-Cover приведен на рис.2.

В случае многосвязного графа можно применить следующий допустимый алгоритм [3].

В алгоритме будет использовано понятие **уровня вложенности компоненты связности**. Под уровнем вложенности компоненты

связности будем понимать минимальный уровень вложенности ребер этой компоненты связности.

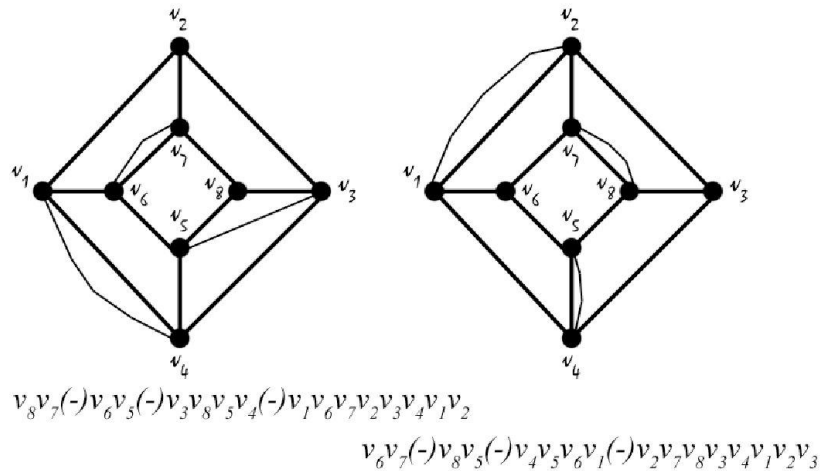


Рис.2. Результат работы алгоритма *OderedEnclosingCover* (слева) и *M-Cover* (справа)

Алгоритм **MultiComponentCover**

Входные данные: плоский граф G .

Выходные данные: C_j^s , $j=1, \dots, |V_{\text{odd}}|/2$, – покрытие графа G цепями с упорядоченным охватыванием, $s=1, 2, \dots$ – номер компоненты связности.

Шаг 1. Выявить множество S всех компонент связности графа G и $\forall s \in S$ найти уровень вложенности $K(s)$.

Шаг 2. Упорядочить элементы множества S в порядке убывания значений $K(s)$.

Шаг 3. Пусть $i(s)$ – порядковый номер компоненты связности s , а $s(i)$ – компонента связности с порядковым номером i . Для $1 \leq i \leq |S|$ выполнить алгоритм *OptimalCover* и получить C_j^i – покрытие i -ой компоненты связности цепями с упорядоченным охватыванием.

Шаг 4. Останов.

Конец алгоритма **MultiComponentCover**

Очевидно, что вычислительная сложность данного алгоритма составляет величину, не превышающую $O(|V|^2)$.

Такой алгоритм позволяет построить только допустимое покрытие с указанными свойствами. Что касается оптимальной длины дополнительных построений, то в данном случае компоненты связности можно упорядочить не только по уровням вложенности. Например, их можно подразделить на так называемые «вложенные объединения».

Вложенным объединением n будем называть семейство компонент связности S_n плоского графа, в котором компонента связности с уровнем вложенности k содержит в себе (охватывает) компоненты связности с уровнем вложенности больше k .

Например, на рис.3 изображено четыре компоненты связности,

образующих два вложенных объединения.

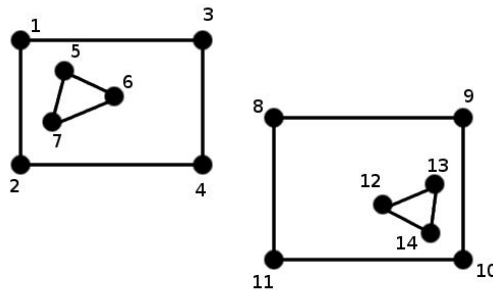


Рис. 3. Пример вложенных объединений

Введем ограничение: невозможно переключиться на построение покрытия в другом вложенном объединении, пока имеются еще не пройденные ребра в текущем.

Если модифицировать алгоритм `MultiComponentCover` с учетом введенных замечаний, будет получен рекурсивный алгоритм для обхода всех вложенных компонент связности, фиктивные ребра с оптимальной длиной между которыми будет невозможно построить за полиномиальное время, т.к. задача сведется к поиску решения задачи коммивояжера.

Однако для задачи построения оптимального покрытия с упорядоченным охватыванием в плоском графе возможно построить не рекурсивный алгоритм, который находит решение за полиномиальное время.

Алгоритм `OptimalMultiComponent`

Входные данные: плоский граф G .

Выходные данные: C_j^s , $j=1, \dots, |V_{odd}|/2$, – покрытие графа G цепями с упорядоченным охватыванием, $s=1, 2, \dots$ – номер компоненты связности.

Шаг 1. Выявить множество S всех компонент связности графа G .

Шаг 2. Построить полный абстрактный граф \mathcal{B} , вершинами которого являются компоненты связности S графа G , а длины ребер равны расстоянию между ближайшими вершинами компонент связности.

Шаг 3. Найти остовное дерево минимального веса $T(\mathcal{B})$ в \mathcal{B} .

Шаг 4. Добавить ребра найденного остовного дерева в граф G : $G_{\mathcal{B}} = G \cup T(\mathcal{B})$.

Например, для графа, приведенного на рис.3, будут добавлены ребра $\{1;5\}$, $\{3;8\}$ и $\{10;14\}$ (рис.4).

Шаг 5. Выполнить алгоритм `OptimalCover` для графа $G_{\mathcal{B}}$ (например, на рис.4 представлены дополнительные построения, выполненные алгоритмом `OptimalCover` для рассмотренного графа).

Конец алгоритма `OptimalMultiComponent`

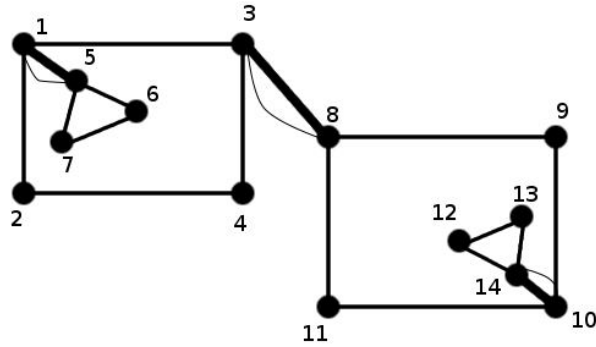


Рис. 4. Добавление ребер, соединяющих компоненты связности, и ребер, делающих граф эйлеровым

Предложенный алгоритм строит покрытие цепями с упорядоченным охватыванием за полиномиальное время.

Для графа, приведенного в качестве примера, таким покрытием будет следующим (приведена последовательность цепей, состоящих из ребер исходного графа, в порядке их обхода, здесь верхний индекс – номер компоненты связности, нижний индекс – номер цепи для данной компоненты связности):

$$C_1^1 = \{5, 6, 7, 5\}, C_1^2 = \{1, 3\}, C_1^3 = \{8, 9, 10\}, C_1^4 = \{14, 13, 12, 14\},$$

$$C_2^1 = \{10, 11, 8\}, C_2^2 = \{3, 4, 2\}.$$

Шаг 1 алгоритма представляет собой волновой алгоритм, который решает свою задачу за время $O(|V|^2)$. Действия, выполняемые на шаге 2, могут быть выполнены также за время $O(|V|^2)$. Известно, что решение задачи на шаге 3 алгоритма может быть получено также за полиномиальное время $O(|V|^2)$ либо при использовании логарифмических сортировок эту величину можно уменьшить до $O(|V| \log_2 |V|)$. Шаг 4 имеет сложность $O(1)$. Выше упоминалось, что сложность алгоритма **OptimalCover** (шаг 5) не превосходит величины $O(|V|^3)$. Таким образом, суммарная сложность алгоритма **OptimalMultiComponent** представляет величину $O(|V|^3)$.

Алгоритм **OptimalMultiComponent** позволяет получить не большую длину дополнительных построений, по сравнению с алгоритмом **MultiComponentCover**. Это объясняется тем, что в данном алгоритме переход осуществляется к ближайшей возможной компоненте связности, а не к ближайшей возможной компоненте связности максимального уровня вложенности.

Работа поддержана грантом РФФИ 10-07-96002-р_урал_а.

Литература

1. Panyukova, T. Cover with Ordered Enclosing for Flat Graphs // Electronic Notes in Discrete Mathematics, 2007. No. 28. P.17–24.

2. Панюкова, Т.А. Оптимальные эйлеровы покрытия для плоских графов // Дискретный анализ и исследование операций. 2011. Т.18, №2. С. 64–74.
3. Панюкова Т.А. Эйлерово покрытие с упорядоченным охватыванием для многосвязного графа. // Материалы 3-й международной конференции «Математическое моделирование, оптимизация и информационные технологии». – Кишнев: Evrica, 2012. С.429–438.
4. Panioukova T.A. Algorithms for Construction of Ordered Enclosing Traces in Planar Eulerian Graphs. / Panioukova T.A., Panyukov A.V. // The International Workshop on Computer Science and Information Technologies' 2003, Proceedings of Workshop, Ufa, September 16–18, 2003. Volume 1, Ufa State Technical University, 2003. P. 134–138.
5. Панюкова Т.А. Построение маршрутов с упорядоченным охватыванием в плоских графах // Труды 36-й Региональной молодежной конференции «Проблемы теоретической и прикладной математики». Екатеринбург: УрО РАН, 2005. С. 61–66.
6. Панюкова Т.А. Обходы с упорядоченным охватыванием в плоских графах / Панюкова Т.А. // Дискретный анализ и исследование операций, 2006. Сер. 2. Т.13, №2. С. 31–43.
7. Panyukov, A.V. The Algorithm for Tracing of Flat Euler Cycles with Ordered Enclosing / A.V. Panyukov, T.A. Panioukova // Proceedings of Chelyabinsk Scientific Center, 2000. – \#4(9). P.18–22.

Расстояние между лингвистическими шкалами

Неопределенность – неотъемлемая составляющая процесса принятия решений, управления, прогнозирования. Ее уровень обуславливает степень структурированности прикладной задачи [1]. Интерпретация неопределенности может быть различной (рис.1).

Лингвистическая неопределенность – неопределенность, возникающая из-за расплывчатости и неоднозначности словесных выражений. Данная неопределенность возникает в тех случаях, когда в процедуре оценивания участвуют эксперты, которые вынуждены оперировать конечным числом слов и составленных из них фраз определенной структуры для описания характеристик альтернатив. Можно выделить такие типы лингвистической неопределенности, как *неопределенность смысла фраз* и *неопределенность значений слов*. Первый тип неопределенности учитывается с помощью теории формальных грамматик, а второй – теорией нечетких множеств. Нечеткость информации обусловлена наличием понятий и отношений с нестрогими границами, а также высказываний с многозначной шкалой истинности. Она имеет следующие проявления:

- нечеткость как следствие субъективности эксперта;
- нечеткость как неясность в процессах мышления и умозаключения;
- нечеткость описания или представления на естественном языке или максимально приближенному к нему.

Теория нечетких множеств предоставляет схему решения проблем, в которых субъективное суждение или оценка играют центральную и значительную роль при учете факторов неясности и нечеткости.

Лингвистическое оценивание является наиболее адекватным методом получения экспертных оценок в случае, когда показатели имеют качественную природу. Данный подход предполагает, что в рамках оценочной процедуры каждый эксперт использует индивидуальную лингвистическую шкалу, мощность которой зависит от его способности различать градации неопределенности при формировании качественных оценок альтернатив. Проблема формирования согласованного группового решения в данном случае может быть решена путем унификации – процедуры, предполагающей переход к единой *универсальной лингвистической шкале*, выбор которой осуществляется неоднозначно [2, 3]. Естественным требованием к универсальной лингвистической шкале

является минимальная рассогласованность с индивидуальными лингвистическими шкалами экспертов [4].

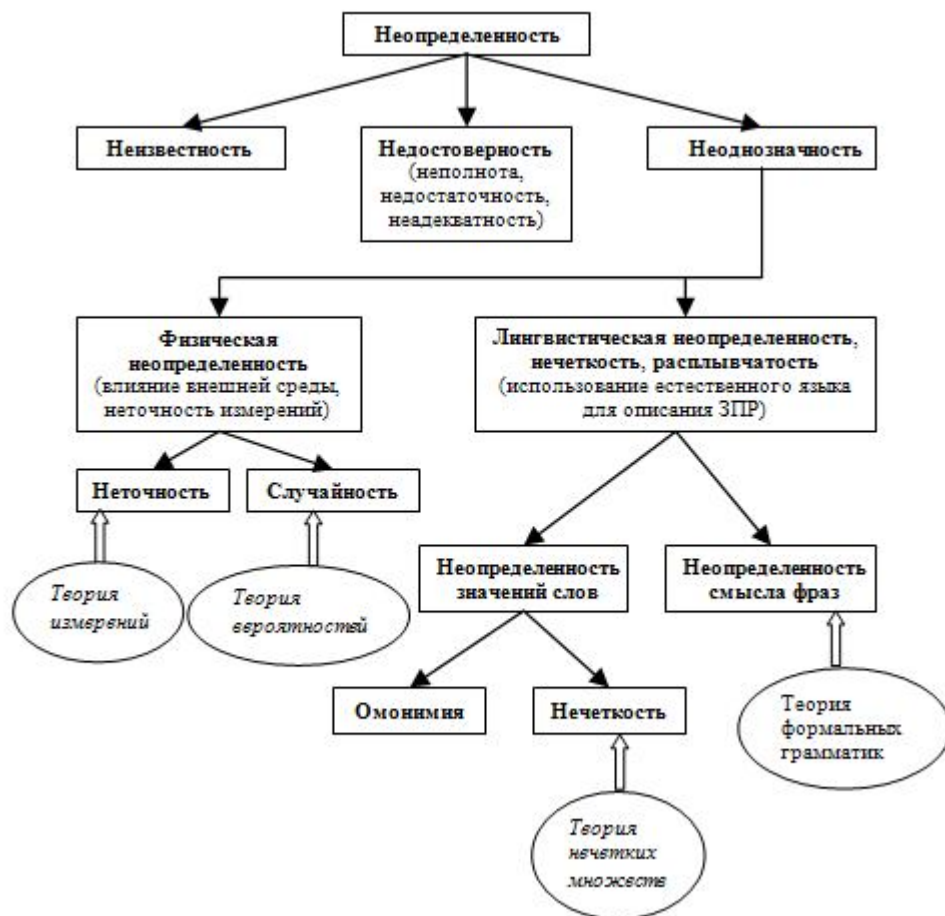


Рис. 1. Интерпретация неопределенности

При разработке алгоритма для вычисления степени рассогласованности лингвистической шкалы возникает необходимость определения расстояния между индивидуальными лингвистическими шкалами. На данный момент не разработан математический аппарат для расчета расстояния между лингвистическими шкалами, что обуславливает актуальность выбранной темы работы.

Основные понятия для представления лингвистической информации

Пусть U - некоторое множество элементов (универсальное множество), u - элемент множества U , и $\mu_A: U \rightarrow [0,1]$.

Определение 1. Нечетким множеством A множества U называется множество упорядоченных пар

$$A = \{(u, \mu_A(u)) \mid u \in U\}$$

где $\mu_A(u)$ - функция принадлежности, определяющая степень принадлежности с которой элемент u принадлежит нечеткому подмножеству A [5].

К функции принадлежности нечеткой величины A предъявляется ряд требований. Среди наиболее существенных – следующие:

- $\mu_A(u)$ непрерывна (т.е. в результате небольшого изменения значения аргумента значение функции также мало изменится);
- функция принадлежности нечеткой величины является нормальной, т.е. $\sup_{x \in \mathcal{R}} \{\mu_A(x)\} = 1$ (это означает, что существует хотя бы один элемент $x \in \mathcal{R}$, для которого свойство, соответствующее нечеткому множеству A , выполнено в полной мере);
- $\mu_A(u)$ выпукла, т.е.

$$\forall x_1, x_2 (x_1 < x_2) \quad \forall \gamma \in [0, 1] \\ \mu_A(\gamma \cdot x_1 + (1 - \gamma) \cdot x_2) \geq \min\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)\}.$$

Понятие нечеткого множества обеспечивает возможность математического представления качественных оценок, выражаемых людьми в форме лингвистических значений и нечетких чисел, в основе которых лежит понятие нечеткой переменной.

Определение 2. Нечеткая переменная задается тройкой

$$\langle \alpha, U, A \rangle,$$

где α – наименование нечеткой переменной; U – область определения (универсальное множество); A – нечеткое множество на U с функцией принадлежности $\mu_A(u)$ ($\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$ – определяет степень принадлежности элемента x к множеству A или, иными словами, степень выполнения свойства A для элементов из U), описывающее ограничения на возможные значения нечеткой переменной α (её семантику).

Определение 3. Нечеткая величина – это нечеткая переменная, определенная на множестве действительных чисел R . Нечеткую величину и соответствующее ей нечеткое множество обозначают одной и той же переменной.

Определение 4. Нечетким числом A называется нечеткая величина A , функция принадлежности $\mu_A(u)$ которой является выпуклой и унимодальной на R . Нечеткое число с модальным значением a можно рассмотреть как нечеткое значение высказывания « x приблизительно равно a ».

Частные случаи нечеткого числа, которые получили свое название по виду их функции принадлежности.

Определение 5. Треугольным нечетким числом (рис. 2) с центром в точке a , левой шириной $l > 0$ и правой шириной $r > 0$ называется нечеткое множество A с треугольной функцией принадлежности $\mu_A(u)$:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{l}, & \text{если } a-l \leq x < a, \\ 1, & \text{если } x = a, \\ 1 - \frac{x-a}{r}, & \text{если } a < x \leq a+r \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

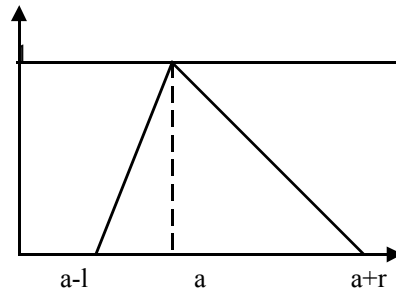


Рис. 2. Функция принадлежности треугольного нечеткого числа A

Определение 6. Трапецевидным нечетким числом (рис. 3) с отрезком толерантности $[a, b]$, левой шириной l и правой шириной r называется нечеткое множество A с трапецевидной функцией принадлежности вида:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{l}, & \text{если } a-l \leq x < a, \\ 1, & \text{если } a \leq x \leq b, \\ 1 - \frac{x-a}{r}, & \text{если } b < x \leq b+r \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

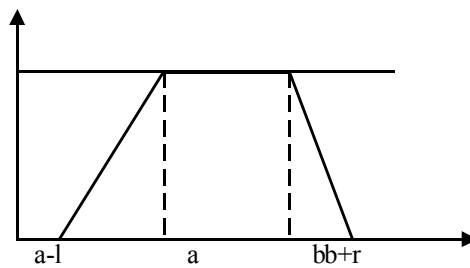


Рис. 3. Функция принадлежности трапецевидного нечеткого числа A

Определение 7. Лингвистическая переменная задается кортежем [6]

$$\langle \beta, Term, U, G, M \rangle,$$

где β – название переменной; $Term = \{t_k\}_{k=1,2,\dots}$ – терм-множество или множество значений переменной β , причем каждое из таких значений является нечеткой переменной t_k , заданной на универсальном множестве U

числовой или нечисловой природы; G – синтаксическое правило, порождающее новые названия значений лингвистической переменной β ; M – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной ее смысл, т.е. нечеткое подмножество универсального множества U .

Определение 8. Семантическим пространством называется лингвистическая переменная с фиксированным терм-множеством, т.е. четверка

$$S = \langle \beta, Term, U, M \rangle.$$

Иными словами, семантическое пространство – это набор нечетких переменных.

Определение 9. Лингвистической шкалой S называется конечное линейно упорядоченное множество термов $S = \{s_i\}_{i=1, \dots, T}$, удовлетворяющим следующим условиям:

- если $i < j$, то s_i предшествует s_j ($s_i \prec s_j$);
- отрицание терма определяется правилом $Neg(s_i) = s_{T-i}$;
- пусть $s_i \prec s_j$, тогда объединение (дизъюнкция, связка «или») термов определяется правилом

$$s_i \vee s_j = \max\{s_i, s_j\} = s_j;$$

- пусть $s_i \prec s_j$, тогда пересечение (конъюнкция, связка «и») термов определяется правилом

$$s_i \wedge s_j = \min\{s_i, s_j\} = s_i.$$

На рис. 4 представлено терм-множество лингвистической переменной *Цена*.

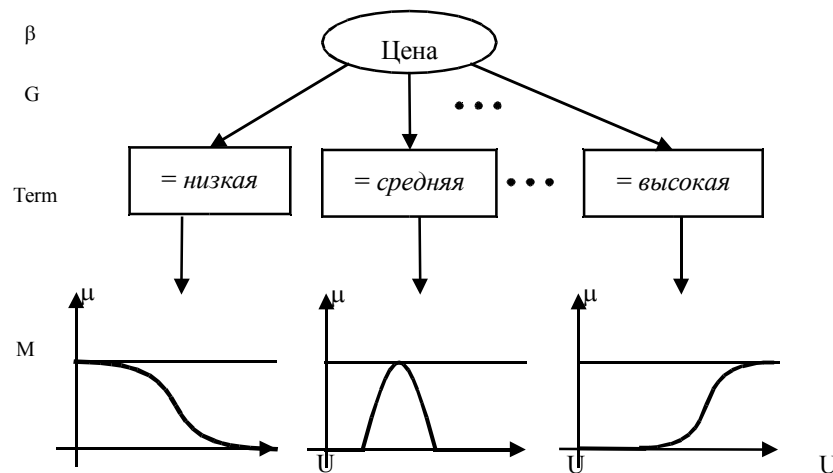


Рис. 4. Терм-множество лингвистической переменной *Цена*

Расстояние между лингвистическими шкалами

Так как термы лингвистической шкалы $s_i \in S, i = \overline{1, T}$ являются нечеткими переменными, т.е. по сути, каждому терму ставится в соответствие функция принадлежности $\mu_{s_i} : U \rightarrow [0, 1]$, то для определения

близости термов лингвистической шкалы можно использовать известные функции расстояния для соответствующих нечетких множеств.

Определение 10. Под расстоянием между термами лингвистической шкалы $s_i, s_j \in S$ понимается функция $d: S \times S \rightarrow R^+$, такая, что

1. $d(s_i, s_j) \geq 0$ и $d(s_i, s_j) = 0 \Leftrightarrow s_i = s_j$, т.е. $\mu_{s_i}(u) = \mu_{s_j}(u) \quad \forall u \in U$;
2. $d(s_i, s_j) = d(s_j, s_i)$;
3. $d(s_i, s_j) \leq d(s_j, s_k) * d(s_k, s_j)$,

где * - некоторая операция, связанная с функцией расстояния и обеспечивающая выполнение свойства транзитивности.

Широко распространенные функции расстояния представлены в следующей табл. 1 [7, 2].

Табл. 1. Примеры функций расстояния

Название расстояния	Тип множества U	Формула расстояния
Расстояние Хемминга	Конечное универсальное множество U ($ U =n$)	$\rho(s_i, s_j) = \sum_{k=1}^n \mu_{s_i}(u_k) - \mu_{s_j}(u_k) $
Относительное расстояние Хемминга	Конечное универсальное множество U ($ U =n$)	$\bar{\rho}(s_i, s_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \mu_{s_i}(u_k) - \mu_{s_j}(u_k) $
Расстояние Хемминга	Бесконечное универсальное множество $U \subseteq R^1$	$\rho(s_i, s_j) = \int_U \mu_{s_i}(u) - \mu_{s_j}(u) du$
Относительное расстояние Хемминга	Бесконечное универсальное множество $U \subseteq R^1$	$\bar{\rho}(s_i, s_j) = \frac{1}{ U } \int_U \mu_{s_i}(u) - \mu_{s_j}(u) du$
Расстояние Евклида	Конечное универсальное множество U ($ U =n$)	$\rho_e(s_i, s_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (\mu_{s_i}(u_k) - \mu_{s_j}(u_k))^2}$
Относительное расстояние Евклида	Конечное универсальное множество U ($ U =n$)	$\bar{\rho}_e(s_i, s_j) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\sum_{k=1}^n (\mu_{s_i}(u_k) - \mu_{s_j}(u_k))^2}$
Расстояние Евклида	Бесконечное универсальное множество $U \subseteq R^1$	$\rho_e(s_i, s_j) = \sqrt{\int_U (\mu_{s_i}(u) - \mu_{s_j}(u))^2 du}$
Относительное расстояние Евклида	Бесконечное универсальное множество $U \subseteq R^1$	$\bar{\rho}_e(s_i, s_j) = \frac{1}{\sqrt{ U }} \sqrt{\int_U (\mu_{s_i}(u) - \mu_{s_j}(u))^2 du}$

Выбор того или иного расстояния зависит от природы рассматриваемой проблемы. Для нечетких множеств можно использовать и другие функции расстояния.

Определение 11. Пусть U - универсальное множество. Будем называть **лингвистическим пространством** совокупность лингвистических шкал

$$S = (S^1, \dots, S^k),$$

где $S^j = \{s_i^j\}_{i=1, \dots, n_j}$ ($j = \overline{1, k}$) - лингвистическая шкала, с мощностью $|S^j| = n_j$, при этом каждый терм лингвистической шкалы есть нечеткая переменная $\langle s_i^j, \mu_{s_i^j}, U \rangle$.

Таким образом, лингвистическое пространство содержит набор лингвистических шкал, которые можно построить на универсальном множестве U . В рамках данного пространства можно ввести понятие расстояния между лингвистическими шкалами.

Лемма 1. Пусть $S^i, S^j \in \mathcal{S}$. Тогда

$$d(S^i, S^j) = \frac{\int_{u \in U} \left| \max_{p=1, \dots, n} \mu_p^i(u) - \max_{l=1, \dots, n} \mu_l^j(u) \right| du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, \dots, m; g=1, \dots, n} \{\mu_g^k(u)\} du} \quad (1)$$

является метрикой в пространстве S , $d: S \times S \rightarrow [0, 1]$.

Доказательство.

Для доказательства леммы необходимо проверить выполнение аксиом расстояния.

Аксиома 1.

$$d(S^i, S^i) = \frac{\int_{u \in U} \left| \max_{p=1, \dots, n} \mu_p^i(u) - \max_{l=1, \dots, n} \mu_l^i(u) \right| du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, \dots, m; g=1, \dots, n} \{\mu_g^k(u)\} du} = \frac{\int_{u \in U} |0| du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, \dots, m; g=1, \dots, n} \{\mu_g^k(u)\} du} = 0.$$

Аксиома 2. Свойство симметричности

$$\begin{aligned} d(S^i, S^j) &= \frac{\int_{u \in U} \left| \max_{p=1, \dots, n} \mu_p^i(u) - \max_{l=1, \dots, n} \mu_l^j(u) \right| du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, \dots, m; g=1, \dots, n} \{\mu_g^k(u)\} du} = \frac{\int_{u \in U} \left| \max_{l=1, \dots, n} \mu_l^j(u) - \max_{p=1, \dots, n} \mu_p^i(u) \right| du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, \dots, m; g=1, \dots, n} \{\mu_g^k(u)\} du} = \\ &= d(S^j, S^i) \end{aligned}$$

Аксиома 3. Свойство транзитивности

$$\begin{aligned}
d(S^i, S^j) + d(S^j, S^h) &= \frac{\int_{u \in U} \left| \max_{p=1, n} \mu_p^i(u) - \max_{l=1, n} \mu_l^j(u) \right| du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, m; g=1, n_k} \{ \mu_g^k(u) \} du} + \\
&+ \frac{\int_{u \in U} \left| \max_{l=1, n} \mu_l^j(u) - \max_{\delta=1, n_k} \mu_\delta^h(u) \right| du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, m; g=1, n_k} \{ \mu_g^k(u) \} du} \geq \\
&\geq \frac{\int_{u \in U} \left(\left| \max_{p=1, n} \mu_p^i(u) - \max_{l=1, n} \mu_l^j(u) \right| + \left| \max_{l=1, n} \mu_l^j(u) - \max_{\delta=1, n_k} \mu_\delta^h(u) \right| \right) du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, m; g=1, n_k} \{ \mu_g^k(u) \} du} \geq \\
&\geq \frac{\int_{u \in U} \left| \max_{p=1, n} \mu_p^i(u) - \max_{\delta=1, n_k} \mu_\delta^h(u) \right| du}{\int_{u \in U} \max_{k=1, m; g=1, n_k} \{ \mu_g^k(u) \} du} = d(S^i, S^h).
\end{aligned}$$

Таким образом, предложенная формула удовлетворяет аксиомам расстояния и может быть использована в качестве метрики в пространстве S .

Лемма доказана.

Лемма 2. Пусть $S^i, S^j \in S, \rho$ - расстояние между нечеткими множествами, тогда

$$d(S^i, S^j) = \frac{\sum_{k=1}^{n_A} \min_{l=1, n_{\beta_2}} \rho(S_k^i; S_l^j)}{n_A}, \quad (2)$$

где номера шкал определяются в виде

$$\beta_1 = \begin{cases} i, & \text{если } i < j \\ j, & \text{иначе} \end{cases}, \quad \beta_2 = \begin{cases} i, & \text{если } i > j \\ j, & \text{иначе} \end{cases},$$

является метрикой в пространстве $S, d: S \times S \rightarrow [0, 1]$.

Доказательство.

Доказательство леммы сводится к проверке выполнения аксиом, определяющих функцию расстояния.

Аксиома 1.

$$d(S^i, S^i) = \frac{\sum_{k=1}^n \min_{l=1, n} \rho(S_k^i; S_l^i)}{n_A} = \frac{\sum_{k=1}^n 0}{n_A} = 0$$

Аксиома 2. Свойство симметричности

$$d(S^i, S^j) = \frac{\sum_{k=1}^{n_A} \min_{l=1, n_{\rho_2}} \rho(s_k^i, s_l^j)}{n_A} = \frac{\sum_{k=1}^{n_A} \min_{l=1, n_{\rho_2}} \rho(s_l^j, s_k^i)}{n_A} = d(S^j, S^i),$$

$$\text{где } \beta_1 = \begin{cases} i, & \text{если } i < j \\ j, & \text{иначе} \end{cases}, \quad \beta_2 = \begin{cases} i, & \text{если } i > j \\ j, & \text{иначе} \end{cases},$$

Аксиома 3. Свойство транзитивности

Т.к. ρ - расстояние между нечеткими множествами, то справедливо неравенство:

$$\rho(s_k^i, s_l^j) + \rho(s_l^j, s_\delta^h) \geq \rho(s_k^i, s_\delta^h) \quad \forall k = \overline{1, n_i}, l = \overline{1, n_j}, \delta = \overline{1, n_h}$$

$$\forall q_1 = \overline{1, m_1}, q_2 = \overline{1, m_2}, q_3 = \overline{1, m_3}:$$

$$\min_{d_1=1, n_1} \rho(s_{d_1}^i, s_{q_1}^j) + \min_{d_2=1, n_2} \rho(s_{d_2}^j, s_{q_2}^h) \geq \min_{d_3=1, n_3} \rho(s_{d_3}^i, s_{q_3}^h),$$

где

$$\eta_1 = \begin{cases} i, & \text{если } i < j \\ j, & \text{иначе} \end{cases} \quad m_1 = \begin{cases} i, & \text{если } i > j \\ j, & \text{иначе} \end{cases}$$

$$\eta_2 = \begin{cases} j, & \text{если } j < h \\ h, & \text{иначе} \end{cases}, \quad m_2 = \begin{cases} j, & \text{если } j > h \\ h, & \text{иначе} \end{cases},$$

$$\eta_3 = \begin{cases} i, & \text{если } i < h \\ h, & \text{иначе} \end{cases} \quad m_3 = \begin{cases} i, & \text{если } i > h \\ h, & \text{иначе} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} &\Rightarrow \sum_{q_1=1}^{n_1} \sum_{q_2=1}^{n_2} \sum_{q_3=1}^{n_3} \min_{d_1=1, n_1} \rho(s_{d_1}^i, s_{q_1}^j) + \sum_{q_1=1}^{n_1} \sum_{q_2=1}^{n_2} \sum_{q_3=1}^{n_3} \min_{d_2=1, n_2} \rho(s_{d_2}^j, s_{q_2}^h) \geq \\ &\geq \sum_{q_1=1}^{n_1} \sum_{q_2=1}^{n_2} \sum_{q_3=1}^{n_3} \min_{d_3=1, n_3} \rho(s_{d_3}^i, s_{q_3}^h) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow n_{m_2} n_{m_3} \sum_{q_1=1}^{n_1} \min_{d_1=1, n_1} \rho(s_{d_1}^i, s_{q_1}^j) + n_{m_1} n_{m_3} \sum_{q_2=1}^{n_2} \min_{d_2=1, n_2} \rho(s_{d_2}^j, s_{q_2}^h) \geq$$

$$\geq n_{m_1} n_{m_2} \sum_{q_3=1}^{n_3} \min_{d_3=1, n_3} \rho(s_{d_3}^i, s_{q_3}^h) \quad | : (n_{m_1} \cdot n_{m_2} \cdot n_{m_3})$$

$$\Rightarrow \frac{\sum_{q_1=1}^{n_1} \min_{d_1=1, n_1} \rho(s_{d_1}^i, s_{q_1}^j)}{n_{m_1}} + \frac{\sum_{q_2=1}^{n_2} \min_{d_2=1, n_2} \rho(s_{d_2}^j, s_{q_2}^h)}{n_{m_2}} \geq \frac{\sum_{q_3=1}^{n_3} \min_{d_3=1, n_3} \rho(s_{d_3}^i, s_{q_3}^h)}{n_{m_3}}$$

$$\Rightarrow d(S^i, S^j) + d(S^j, S^h) \geq d(S^i, S^h).$$

Таким образом, предложенная формула удовлетворяет аксиомам

расстояния и может быть использована в качестве метрики в пространстве \mathfrak{S} .

Лемма доказана.

Очевидно, что можно определять и другие метрики, удовлетворяющие аксиомам расстояния.

Пример. Вычислить расстояние между индивидуальными лингвистическими шкалами S^1 , S^2 и S^3 экспертов $E = \{e_1, e_2, e_3\}$. Лингвистические шкалы экспертов представлены в табл. 2.

Табл. 2. Индивидуальные лингвистические шкалы экспертов

Эксперт	Индивидуальная шкала	Определение термов
e_1	$S^1 = \{s_i^1\}_{i=\overline{1,5}}$	$s_1^1 \rightarrow (l_1^1, a_1^1, r_1^1) = (0,0,0.3)$, $s_2^1 = (0.3,0.3,0.2)$, $s_3^1 = (0.2,0.5,0.3)$, $s_4^1 = (0.3,0.8,0.2)$, $s_5^1 = (0.2,1,0.2)$
e_2	$S^2 = \{s_i^2\}_{i=\overline{1,4}}$	$s_1^2 \rightarrow (0,0,0.4)$, $s_2^2 \rightarrow (0.4,0.4,0.2)$, $s_3^2 \rightarrow (0.2,0.6,0.2)$, $s_4^2 \rightarrow (0.2,0.8,0.2)$
e_3	$S^3 = \{s_i^3\}_{i=\overline{1,3}}$	$s_1^3 = (0,0,0.4)$, $s_2^3 = (0.4,0.4,0.4)$, $s_3^3 = (0.4,0.8,0.2)$

Результат вычислений расстояний между лингвистическими шкалами по формуле (2) с использованием расстояния Хемминга для термов шкалы представлен в табл.3.

Табл. 3. Расстояние между шкалами

$d(S^i, S^j)$	S^1	S^2	S^3
S^1	-	0,113	0,171
S^2	0,113	-	0,108
S^3	0,171	0,108	-

Получили, что $d(S^3, S^2) \cup d(S^1, S^2) \cup d(S^1, S^3)$. Данные значения показывают, что, лингвистическая шкала S^1 ближе к шкале S^2 , чем к шкале S^3 , т.е. степень рассогласованности шкалы S^1 со шкалой S^2 минимальна.

Заключение

В данной работе предложены формулы для вычисления расстояния между лингвистическими шкалами, удовлетворяющие аксиомам расстояния. Одним из применений расстояния между лингвистическими шкалами является его использование в алгоритме расчета коэффициента рассогласованности лингвистической шкалы. Данный коэффициент, в свою очередь, используется в оптимизационной задаче построения универсальной шкалы для группы экспертов, которая позволяет эффективно проводить экспертизы.

Литература

1. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и ее приложений. М.: Диалог – МГУ, 2003. 81с.
2. Леденева Т.М. Обработка нечеткой информации. Воронеж: Изд-во Воронежский государственный университет, 2006. 233с.

3. Леденева Т.М., Погосян К.С. Согласование лингвистических экспертных оценок в процедуре группового выбора // Вестник ВГУ, Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2010. № 2. С. 125-130.

4. Погосян К.С. Алгоритм построения оптимальной лингвистической шкалы в рамках экспертного оценивания // Системы управления и информационные технологии. 2011. № 3.1(45). С. 180-185.

5. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. М.: Радио и связь, 1982. 432с.

6. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 168 с.

7. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 798 с.

Савченко В.В.,

Нижегородский государственный лингвистический университет им.
Н. А. Добролюбова,
профессор, зав. каф. математики и информатики
svv@lunn.ru

Акатьев Д.Ю.

профессор каф. математики и информатики
akatjev@lunn.ru

Нижегородский государственный лингвистический университет им.
Н. А. Добролюбова

Адаптивный алгоритм формирования фонетической базы данных для систем автоматического распознавания речи методом фонетического декодирования слов²⁸

Аннотация

Рассмотрена проблема вариативности разговорной речи в задаче формирования фонетической базы данных. Предложена для её решения когнитивная акустическая модель типа фонетического кластера, определённого на множестве минимальных звуковых единиц по принципу минимума информационного рассогласования в метрике Кульбака-Лейблера. Разработан адаптивный алгоритм наполнения каждого кластера однотипными (одноименными) звуковыми единицами из непрерывного потока речи диктора. Рассмотрен пример практической реализации такого алгоритма. Представлены результаты его математического моделирования.

Введение

При анализе разговорной (устной) речи на русском языке мы опираемся на наши точные знания в отношении его фонетического строя, количественного и качественного состава используемой фонетической системы, а также закономерностей ее функционирования в разговорной речи. Этими знаниями мы пользуемся, например, при транскрибировании потока речи. Однако при анализе разговорной речи на неизвестном нам языке нам недоступна, в общем случае, информация, относящаяся к его фонетической структуре. В этом случае мы можем, либо, опираясь на наш лингвистический опыт, давать участкам речевого потока приблизительную интерпретацию в рамках Международного фонетического алфавита, либо,

²⁸ Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ по государственному контракту № 07.514.11.4137 ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы»

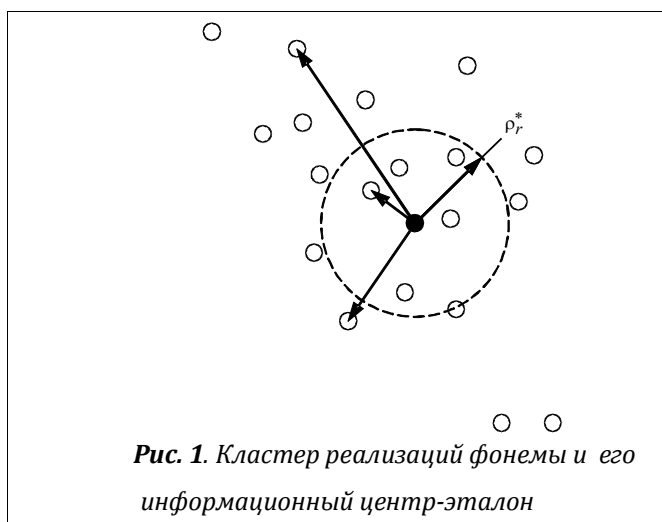
обратившись к акустическим понятиям, членить речь на некие минимальные звуковые единицы (МЗЕ) с соответствующими метками. Очевидно, что второй подход, положенный в основу информационной теории восприятия речи (ИТВР) [1], со всех точек зрения наиболее информативен и универсален. Множество меток всех МЗЕ и составит, в таком случае, звуковой строй данного диалекта или языка, или его фонетическую базу данных (ФБД).

Постановка задачи

Проблема состоит в том, что разговорная речь по своим акустическим характеристикам широко варьируется, причем, не регулярным образом, не только от одного языка к другому, но и от одного носителя к другому носителю одного и того же языка. В указанных условиях становится проблематичной сама идея выделения *повторяющегося* набора МЗЕ из разговорного потока речи. Кроме того, длительность отдельных МЗЕ не превышает нескольких миллисекунд, и это главное препятствие для применения традиционных методов теоретической лингвистики к разговорной (устной) речи. С другой стороны, до настоящего времени проблема не была преодолена и методами экспериментальной фонетики. И главная причина здесь – отсутствие *адекватной системы описания отдельных фонем*.

В поисках путей решения указанной проблемы в упомянутой выше и недавно созданной ИТВР само понятие «фонема» впервые было строго определено в теоретико-информационном смысле как «*множество однородных МЗЕ, объединенных в кластер по критерию минимального информационного рассогласования (МИР) в метрике Кульбака-Лейблера*». Условно говоря, человеческий мозг объединяет и запоминает в себе как нечто целое (в виде абстрактного образа) разные образцы (произношения) каждой отдельной фонемы в соответствующей «сфере» своей памяти

вокруг абстрактного «центра» с заданным «радиусом» (рис. 1).



Нетрудно понять, что данным определением одновременно решается множество актуальнейших проблем в области фонетического анализа речи: и ее вариативности, и априорной неопределенности, и адекватного описания звукового строя языка в терминах ФБД и, наконец, проблема обновления ФБД без разрушения их структуры.

Принцип МИР

Несмотря на существующие различия в реализациях некоторой r -ой

фонемы все они воспринимаются человеком как нечто общее, иначе речь утратила бы свою информативность. Можно поэтому утверждать, что одноименные реализации $\mathbf{x}_{r,j}$, $j = \overline{1, J_r}$, $J_r \gg 1$, в сознании человека группируются в соответствующие классы или речевые образы фонем $X_r = \{\mathbf{x}_{r,j}\}$, $r = \overline{1, R}$, вокруг некоторого центра – эталонной метки данного образа. В информационной теории восприятия речи указанные эталоны определяются в строгом, теоретико-информационном смысле: речевая метка $\mathbf{x}_r^* \subset X_r$ образует *информационный центр-эталон* r -го речевого образа, если в пределах множества X_r она характеризуется минимальной суммой информационных рассогласований по Кульбаку-Лейблеру относительно всех других его меток-реализаций $\mathbf{x}_{r,j}$, $j = \overline{1, J_r}$.

Нетрудно увидеть, что именно в понятии информационного центра (ИЦ) r -го множества реализаций одноименных МЗЕ X_r дается наиболее информативное описание свойств соответствующей фонемы. А множество всех ИЦ $\{\mathbf{x}_r^*\}$ определяет понятие ФБД для данного диктора. Одновременно становится очевидным и механизм формирования самого этого множества. Сначала анализируемый (входной) речевой сигнал $X(t)$ в дискретном времени $t = 0, 1, \dots$ разбивается на ряд последовательных сегментов данных $x(t)$ длиной в одну МЗЕ: примерно 10 – 15 мс. После этого каждый такой парциальный сигнал рассматривается в пределах конечного списка фонем $\{X_r\}$ и отождествляется с той X_r из них, которая отвечает критерию МИР относительно вектора $\mathbf{x}(t)$. Это известная формулировка критерия МИР в задачах автоматического распознавания речи. Задача существенно упрощается, если воспользоваться гауссовой (нормальной) аппроксимацией закона распределения каждой фонемы вида $\mathbf{P}_r = N(\mathbf{K}_r)$, где \mathbf{K}_r - автокорреляционная матрица (АКМ) размера $n \times n$, $n \geq 1$.

Синтез адаптивного алгоритма

Предположим, что речевой образ каждой фонемы $X_r = \{\mathbf{x}_{r,j}\}$, $r = \overline{1, R}$ представлен по-прежнему конечным (объема $J_r > 1$) множеством своих различных векторов-реализаций $\mathbf{x}_{r,j}$, $j = \overline{1, J_r}$, составленных из L последовательных во времени отсчетов одноименных МЗЕ $\{x_{r,j}(t)\}$ с периодом $T = 1/(2F) = const$. Здесь F - верхняя граница частотного диапазона речевого тракта. Рассматривая каждую такую реализацию в режиме «скользящего окна» длиной n отсчетов ($n \ll L$), будем иметь $(L - n)$ векторов (столбцов) данных $\{\mathbf{x}_{r,j,i}\}$ размерностью

$n = const$ каждый. Используя после этого формулу среднего арифметического, определим по ним выборочную оценку для АКМ гипотетического гауссова распределения $\mathbf{P}_r = N(\mathbf{K}_r)$.

Проблемы возникают, однако, в случае отсутствия априори классифицированных выборок $\{X_r\}$, т.е. при распознавании образов «без учителя». Автоматический анализ фонетического состава речи чаще всего относится именно к такому кругу задач. И статистические характеристики фонем, и их используемое каждым диктором число R из общего списка зависят от особенностей его речевого аппарата. Здесь требуется алгоритм с самообучением, или адаптивный алгоритм фонетического анализа речи (ФАР). Для решения данной задачи в информационной теории разработан специальный инструмент: информационный $(R+1)$ -элемент. Информационный $(R+1)$ -элемент – это условный термин, обозначающий устройство или алгоритм для автоматической классификации или распознавания сигнала \mathbf{x} в пределах некоторого множества классов-альтернатив $\mathbf{P}_r, r = \overline{1, R}$. В основе его функционирования применяется статистический подход и критерий МИР. В отличие от других аналогичных алгоритмов с R выходами $(R+1)$ -элемент имеет дополнительный, $(R+1)$ -ый выход, который сигнализирует об отказе при распознавании образов одновременно от всех R заданных альтернатив. Указанная особенность и служит основой для построения эффективного алгоритма распознавания образов в условиях априорной неопределенности. Задача сводится к последовательности задач статистической классификации «с учителем» при переменном (нарастающем) числе альтернатив $R=1,2,\dots$

Выделим в анализируемом речевом сигнале $X(t)$ от некоторого диктора первые L отсчетов из соображений сохранения в них свойства приближенной стационарности или однородности распределения \mathbf{P}_r . Например, при стандартной частоте дискретизации телефонного канала связи в 8 кГц обычно полагают $L = 100\dots 200$ (это те же 10 – 15 мс). Используем полученный минимальный сегмент данных $\mathbf{x}_1 = \{x_1, \dots, x_L\}$ в качестве обучающей выборки X_1 для оценивания АКМ первой МЗЕ из сигнала. Соответствующий закон распределения $\mathbf{P}_1 = N(\hat{\mathbf{K}}_1)$ – это первый из элементов нашего будущего списка. После этого приравниваем $R = 1$ и берем второй сегмент выборки для анализа: $\mathbf{x}_2 = \{x_{L+1}, \dots, x_{2L}\}$. Следуя выражению для решающей статистики МИР, определим для него удельную величину информационного рассогласования (ВИР) [2]

$$\rho(X_2, X_r) = \rho_r(\mathbf{x}) \Big|_{\mathbf{x} = \mathbf{x}_2} \quad (1)$$

относительно первой МЗЕ (при равенстве $r = 1$). Полученный результат сопоставляется с порогом по ВИР в роли допустимой величины рассогласований между разными реализациями одних и тех же фонем

устной речи:

$$\rho(X_2, X_r) \leq \rho_0. \quad (2)$$

При нарушении данного неравенства в нашем начальном списке фонем появится второй элемент, и вслед за этим приравниваем число выявленных фонем $R = 2$. В противном случае принимается решение об объединении выборок X_1 и X_2 в один речевой образ P_1 : в качестве или одной МЗЕ удвоенной длительности $L_r = 2L$, если выборки смежные, или двух разных реализаций первой фонемы, если выборки не стыкуются. Равенство $R=1$ в обоих случаях сохраняется.

Нетрудно понять, что в форме условия (2) реализуется проверка гипотез об однородности выборок, а понятие фонемы определяется здесь как кластер однородных МЗЕ по критерию МИР. Это типичная формулировка информационного $(R+1)$ -элемента.

Фонетический анализ речи

Вычисления по схеме (1), (2) повторяются циклически для всех последующих сегментов данных из речевого сигнала $X(t)$, причем повторяются «нарастающим итогом» для переменного значения $R=2,3,\dots$. Каждый очередной сегмент данных сопоставляется по правилу (2) одновременно со всеми R множествами $\{X_r\}$ из текущего списка фонем. При этом не исключается возможность объединения одного и того же сегмента данных с элементами одновременно нескольких разных множеств. В результате будем иметь список фонем с некоторым фиксированным числом элементов R^* . Это важная характеристика как анализируемого речевого сигнала, так и самого диктора. Чем больше значение R^* для конкретного диктора, тем богаче с фундаментальной, фонетической точки зрения его речь. В данном выводе и состоит, по-видимому, главный смысл и назначение фонетического анализа речи. Однако здесь же возникает и очевидная проблема: чрезмерно большое число фонем в речи диктора – это признак ее нечеткости, или не информативности. С точки зрения качества устной речи первостепенный интерес, безусловно, представляет собой множество четких МЗЕ. Его, в таком случае, и следует считать основным итогом ФАР. Поэтому логика подсказывает: после выполнения всех перечисленных выше вычислений некоторые «фонемы» из окончательного списка можно исключить как маргинальные.

Добавим к сказанному, что предложенный алгоритм имеет множество разнообразных модификаций за счет, главным образом, применения рекуррентных вычислительных процедур корреляционно-спектрального анализа. Среди них наибольший интерес представляет метод обеляющего фильтра (МОФ), основанный на авторегрессионной модели МЗЕ.

В ранних работах [2, 3] было показано, что в асимптотике, когда $n \rightarrow \infty$, и при гауссовом распределении речевого сигнала $P_r = N(K_r)$ с

обратной АКМ ленточной структуры выражение для оптимальной решающей статистики из выражения (1) сводится к виду

$$\rho_{x,r} = \frac{1}{F+1} \sum_{f=0}^F \frac{\left| 1 + \sum_{m=1}^P a_r(m) e^{-j\pi m f / F} \right|^2}{\left| 1 + \sum_{m=1}^P a_x(m) e^{-j\pi m f / F} \right|^2} - 1 \geq 0. \quad (3)$$

Здесь $\{a_x(m)\}$, $\{a_r(m)\}$ - два вектора авторегрессионных (АР) коэффициентов: входного сигнала и r -го эталона, оба одного порядка $p > 1$. Это стандартная формулировка МОФ в частотной области. Преимуществом данной интерпретации критерия МИР является, прежде всего, возможность его эффективной реализации в адаптивном варианте на основе быстрых вычислительных процедур авторегрессионного анализа, таких как метод Берга и др. Именно такой вариант МОФ был реализован в дальнейшем для проведения его экспериментальных исследований в типовой задаче ФАР.

Результаты математического моделирования

Для экспериментальных исследований предложенного алгоритма (1)...(3) была разработана информационная система фонетического анализа разговорной русской речи, основной интерфейс которой показан на рис. 2.

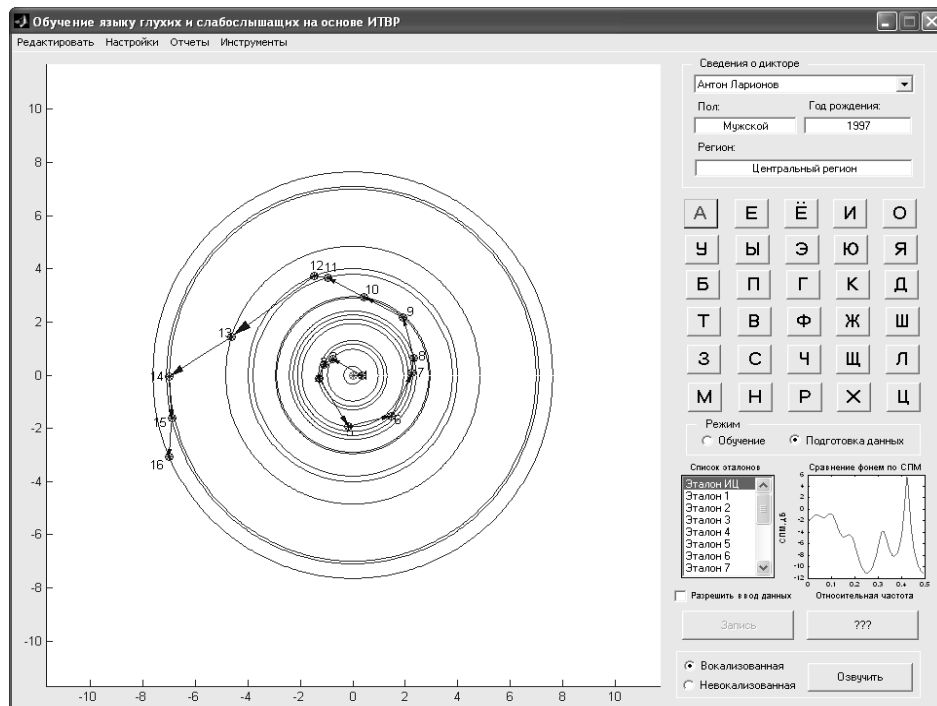


Рис. 2. Главное окно программы

Программа экспериментальных исследований была разбита на два этапа [4]. На первом этапе осуществлялось формирование базы эталонов МЗЕ по группе тестируемых дикторов, а на втором - исследование

особенностей звукового строя речи тех же дикторов в комфортных и некомфортных условиях. На обоих этапах для работы применялись специальные программные и аппаратные средства: динамический микрофон AKG D77 S и ламповый микрофонный предусилитель ART TUBE MP Project Series USB. Частота дискретизации встроенного АЦП была установлена равной 8 кГц – общепринятая частота при обработке устной речи. Испытания проводились на ноутбуке следующей конфигурации: Asus X50V, 1024 Мбайт ОЗУ, Windows XP, Matlab 6.5. Формирование фонетической базы эталонов происходило следующим образом.

Вначале для каждой из основных (продолжительных) фонем русского языка было записано в комфортных условиях по одному образцу МЗЕ от выбранного диктора-мужчины. Затем к этим образцам были добавлены эталоны того же диктора в тех же условиях, но произнесённые в разное время суток. При этом диктор произносил каждую фонему по 15-20 раз. Звуковой сигнал вводился в информационную систему в реальном времени в режиме «Подготовка данных». Всего, таким образом, было сформировано шесть персональных баз эталонов от шести дикторов-мужчин, а также две базы эталонов от дикторов-женщин.

На втором этапе каждый диктор в заведомо менее комфортных условиях: в нашем случае – после значительной физической нагрузки (пульс 140-160 ударов в мин.) произносил каждую из 21 фонем по 10 - 15 раз. И каждый раз информационной системой фиксировался соответствующий результат: текущее значение ВИР по отношению к заранее сформированной базе эталонов. Цель данного эксперимента – выбрать из общего списка фонем национального языка те фонемы, которые наиболее остро реагируют в своих реализациях на условия произнесения их диктором. Смысл этой цели очевиден: настраивая информационную систему на наиболее чувствительные фонемы, мы гарантируем максимальную чувствительность нашего восприятия по отношению к эмоциональному и физическому состоянию диктора. Важнейший момент – это количественная характеристика степени возбуждения диктора, а именно: ВИР между фонемами в текущем сигнале и их эталонами. Для иллюстрации сказанного на рисунках ниже представлены две диаграммы ВИР при произнесении фонемы «Х» некоторым диктором-мужчиной в комфортных (рис. 3) и некомфортных (рис. 4) условиях. Здесь центр окружностей характеризует положение первого эталона в пределах Х-кластера одноименных МЗЕ.

А каждая окружность – это результат очередного произнесения фонемы. Ее радиус определяется значением ВИР по отношению к эталону. Чем больше радиус, тем хуже качество произнесения. Видно, что при изменении условий на некомфортные в среднем на порядок (!) увеличилась вариативность произнесений данного диктора (см. шкалу делений по оси абсцисс). Аналогичные результаты были получены и для других дикторов из контрольной группы. Средние значения ВИР для типичных диктора-

мужчины и диктора-женщины по всему списку фонем в зависимости от условий их произнесения представлены в следующей таблице.

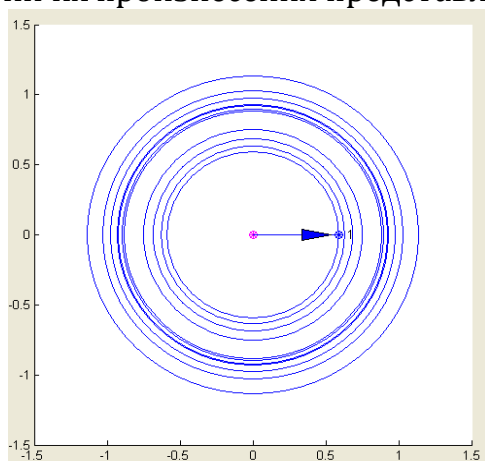


Рис. 3. Величина информационного рассогласования при произнесении фонемы «Х» диктором-мужчиной в комфортных условиях

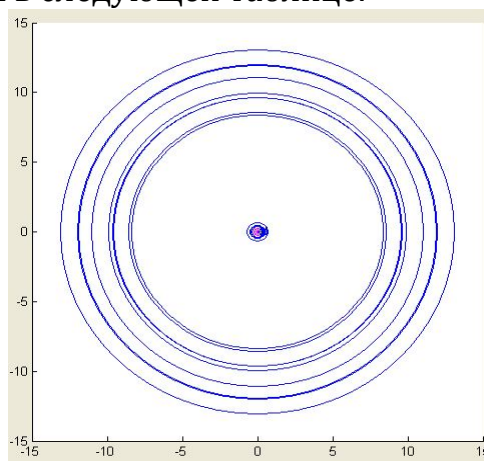


Рис. 4. Величина информационного рассогласования при произнесении фонемы «Х» диктором-мужчиной в некомфортных условиях

Табл. ВИР дикторов в зависимости от условий их монолога

Дикторы Фонемы	Диктор-муж.: в комфортных условиях		Диктор-жен.: в комфортных условиях	
	в комфортных условиях	в некомфортных условиях	в комфортных условиях	в некомфортных условиях
А	0.77	0.53	1.02	3.84
О	7,6	20.03	6.4	16.4
У	3.12	4.06	12.7	8.3
Э	5.73	9.21	7.17	8.35
Ш	1.47	1.22	2.36	1.73
Щ	0.94	1.73	1.59	2.64
Р	0.72	2.49	2.03	2.71
С	0.58	0.51	0.82	0.93
В	1.38	1.14	1.82	1.92
З	3.87	4.69	4.14	4.73
Ж	0.69	0.71	0.94	1.19
И	2.51	3.04	3.92	4.08
М	1.94	6.14	1.01	3.32
Л	4.7	0.69	2.04	1.86
Ль	2.19	1.54	1.91	1.79
Ф	1.78	1.91	1.83	1.89
Х	0.86	6.9	0.91	4.7
Ч	1.96	1.94	2.13	2.11
Е	3.81	4.57	5.17	5.89
Ы	2.49	3.18	3.67	4.29
Н	1.48	0.41	3.5	2.84

Здесь серым фоном отмечены наиболее чувствительные к условиям

своего произнесения фонемы. Видно, что, по крайней мере, три из них: «Х», «М» и «О» одинаково высокочувствительны как в исполнении мужчин, так и женщин. Все остальные фонемы, напротив, мало чувствительны к условиям произнесения. Именно такого рода фонемы могут быть положены в основу распознавания речи диктора или семантического анализа произнесенных им слов и фраз.

Заключение

К числу приоритетных направлений применения ИТВР и ее когнитивной кластерной модели МЗЕ (рис. 1) наряду с задачами прикладной лингвистики: распознаванием и семантическим анализом разговорной русской речи относятся также проблемы современной диалектологии. *Как сопоставить разные диалекты между собой по степени их объективной близости или различий на базовом, фонетическом, уровне? И какова количественная мера таких различий? Какие тенденции: сближения или удаления по фонетическому строю доминируют в настоящий момент в процессе исторического развития тех или иных диалектов? И, наконец, как можно лучше обучиться данному диалекту или, напротив, максимально ослабить его?* Благодаря методологии ИТВР и ФБД впервые в мировой науке открываются возможности дать четкие ответы на все перечисленные выше и подобные им вопросы. А это стимулирует, в свою очередь, научные исследования в области не только современной лингвистики, но и информатики и, прежде всего, прикладной информатики. Таким образом, полученные в статье результаты открывают качественно новые возможности для решения целого ряда актуальных задач, которые до настоящего времени остаются не решенными или решены неудовлетворительно.

Литература

1. Савченко В.В. Информационная теория восприятия речи // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. 2007. Вып. 6. С. 3–9.
2. Савченко В.В., Губочкин И.В. Фонетический анализ речи методом переменного дерева. // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. 2008. Вып. 3. С. 14–20.
3. Савченко В.В. Фонема как элемент информационной теории восприятия речи. // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. 2008. Вып. 4 С. 3–11.
4. Савченко В.В., Акатьев Д.Ю., Губочкин И.В. Исследование звукового строя национального языка на основе информационной теории восприятия речи // Вестник ННГУ им. Н.И.Лобачевского. Сер. Информационные технологии. 2010. №3 (1). С.215 – 222.

Анализ показателей качества функционирования SIP-сервера с гистерезисным управлением нагрузкой

Аннотация

Целью работы является анализ параметров функционирования SIP-сервера, работающего в условиях гистерезисного управления нагрузкой, что является основным механизмом для предотвращения различного рода перегрузок в современных телекоммуникационных сетях. Для анализа этих параметров в данной статье предлагается модель процесса управления поступающей на сервер нагрузкой в виде системы массового обслуживания типа M/G/1 с гистерезисным управлением входящим потоком и групповым поступлением заявок для учета особенностей обслуживания некоторых SIP-сообщений, как, например, сообщений NOTIFY. Построенная модель позволяет получить соотношения для расчета стационарного распределения вероятностей длины очереди, а также формулы для вычисления основных показателей качества функционирования SIP-сервера, таких как вероятность нахождения в состоянии перегрузки, среднее время возврата и средняя длительность цикла управления.

Введение

В современных сетях связи для предотвращения перегрузок крайне необходимым является использование инструментов управления нагрузкой. Одним из самых простых и интуитивно понятных таких инструментов является механизм гистерезисного управления нагрузкой, основанный на порогах длины очереди, который был предложен рабочими группами IETF (Internet Engineering Task Force) для предотвращения перегрузок в сетях сигнализации на базе протокола SIP (Session Initiation Protocol) [1-4].

В работе рассматривается один из вариантов гистерезисного управления нагрузкой с тремя порогами: порог обнаружения перегрузки H , порог снижения перегрузки L и порог сброса нагрузки R (рис. 1). Механизм работает следующим образом: при достижении длиной очереди порога H система переходит в режим перегрузки, интенсивность поступающего потока сообщений снижается. Чтобы режим функционирования не менялся слишком часто, интенсивность поступающего потока не восстанавливается до прежних значений сразу же, как только длина очереди падает ниже порога H , а только тогда, когда уровень занятости буферной памяти снизится до порога снижения перегрузки L . Аналогично, при достижении длиной очереди порога R поступающая нагрузка полностью сбрасывается,

и восстанавливается только тогда, когда уровень занятости буфера снижается до порога H .

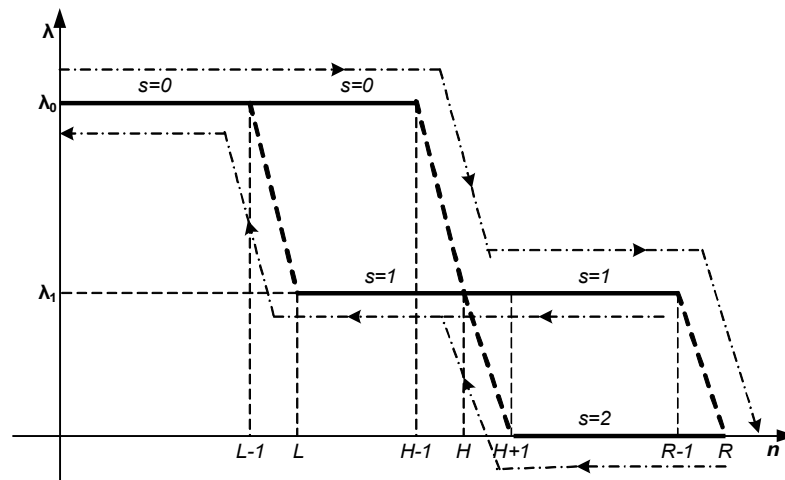


Рис.1. Гистерезисное управление нагрузкой

Для построения более адекватной модели функционирования SIP-сервера необходимо также учитывать групповой характер поступления некоторых SIP-сообщений, таких как сообщения NOTIFY при предоставлении услуг присутствия [5]. В связи с этим, а также с целью получения более общих результатов, мы описываем функционирование системы в терминах системы массового обслуживания типа $M^{[X]}|G|1|\langle L, H \rangle|\langle H, R \rangle$. Анализ подобной модели с бесконечной очередью и без учета группового поступления заявок проведен в работе [6] на основе аппарата мартингалов. В данной статье получена система уравнений для расчета стационарного распределения построенной модели при помощи аппарата марковских процессов восстановления [7]. Кроме того, получены формулы для некоторых характеристик системы, представляющих интерес для анализа показателей качества функционирования SIP-сервера, таких как вероятность нахождения в режиме перегрузки, среднее время нахождения в режимах перегрузки и сброса нагрузки, а также средняя длительность цикла управления.

Описание модели

Обозначим $X(t)$ - двумерный случайный процесс с пространством состояний S

$$S = \left\{ (j, s) \left| \begin{array}{l} j = \overline{0, R}, \quad s = 0 \\ j = \overline{L, R}, \quad s = 1 \\ j = \overline{H+1, R}, \quad s = 2 \end{array} \right. \right\}$$

и его подмножествами $S_i = \{(j, s) \in S \mid s = i\}$, $i = \{0, 1, 2\}$, где j обозначает количество заявок в системе, а s - режим функционирования системы в

момент времени t . Заявки поступают на прибор группами, поток групп заявок является пуассоновским с интенсивностью $\lambda_s, s = \{0, 1, 2\}, \lambda_0 > \lambda_1, \lambda_2 = 0$. В каждой группе поступает случайное число заявок с вероятностью l_i того, что поступит ровно i заявок, а в k группах поступит i заявок с вероятностью l_i^k . Длительность обслуживания является случайной величиной с функцией распределения $B(x)$ и средним $b^{(1)} < \Gamma$.

Пусть $t_1 < t_2 < \dots$, где t_n - момент окончания обслуживания n -й заявки. Для упрощения анализа будем считать, что режим функционирования s может меняться только в моменты $t_n, n > 0$. Тогда состояния дискретного случайного процесса $X(t_n + 0)$ образуют вложенную цепь Маркова. Пространство состояний $X(t_n + 0)$ и его подмножества описываются следующим образом:

$$\tilde{S} = \left\{ (j, s) \left| \begin{array}{l} j = \overline{0, H-2}, \quad s = 0 \\ j = \overline{L, R-2}, \quad s = 1 \\ j = \overline{H+1, R-1}, \quad s = 2 \end{array} \right. \right\},$$

$$\tilde{S}_i = \{ (j, s) \in \tilde{S} \mid s = i \}, \quad i = \{0, 1, 2\}$$

Обозначим стационарные распределения процессов $X(t)$ и $X(t_n + 0)$ соответственно $\{p_{j,s}\}$ и $\{q_{j,s}\}$.

$$p_{j,s} = \lim_{t \rightarrow \Gamma} P\{X(t) = (j, s)\};$$

$$q_{j,s} = \lim_{n \rightarrow \Gamma} P\{X(t_n + 0) = (j, s)\}.$$

Для выражения переходных вероятностей цепи Маркова обозначим β_k^s вероятность того, что за время обслуживания одной заявки в режиме s в систему поступит еще k заявок.

$$\beta_k^s = \int_0^{\infty} e^{-\lambda_s x} \frac{(\lambda_s x)^k}{k!} dx.$$

Тогда система уравнений равновесия для вероятностного распределения $\{q_{j,s}\}$ принимает вид

$$\begin{aligned}
q_{j,0} &= q_{0,0} \sum_{i=1}^{j+1} l_i \sum_{k=0}^{j-i+1} l_{j-i+1}^k \beta_k^0 + \sum_{i=1}^{\min(j+1, H-2)} q_{i,0} \sum_{k=0}^{j-i+1} l_{j-i+1}^k \beta_k^0 + \delta_{j, L-1} \beta_0^0 q_{L,1}, \\
& j = \overline{0, H-2}; \\
q_{j,1} &= q_{0,0} \sum_{i=1}^{j+1} l_i \sum_{k=0}^{j-i+1} l_{j-i+1}^k \beta_k^0 + \sum_{i=1}^{H-2} q_{i,0} \sum_{k=0}^{j-i+1} l_{j-i+1}^k \beta_k^0 + \\
& + \sum_{i=L}^{\min(j+1, R-2)} q_{i,1} \sum_{k=0}^{j-i+1} l_{j-i+1}^k \beta_k^1 + \delta_{j, H} q_{H+1,2}, \quad j = \overline{H-1, R-2}; \\
q_{j,1} &= \sum_{i=L}^{j+1} q_{i,1} \sum_{k=0}^{j-i+1} l_{j-i+1}^k \beta_k^1, \quad j = \overline{L, H-2}; \\
q_{R-1,2} &= q_{0,0} \sum_{i=1}^{\infty} l_i \sum_{j=\max(0, R-i)}^{\infty} \sum_{k=0}^j l_j^k \beta_k^0 + \sum_{i=1}^{H-2} q_{i,0} \sum_{j=R-i}^{\infty} \sum_{k=0}^j l_j^k \beta_k^0 + \\
& + \sum_{i=L}^{R-2} q_{i,1} \sum_{j=R-i}^{\infty} \sum_{k=0}^j l_j^k \beta_k^1;
\end{aligned} \tag{1}$$

$$q_{j,2} = q_{R-1,2}, \quad j = \overline{H+1, R-2};$$

где δ_{ij} - символ Кронекера.

Теперь, используя вероятностное распределение $\{q_{j,s}\}$, можно найти вероятностное распределение $\{p_{j,s}\}$ для процесса $X(t)$.

$$\begin{aligned}
p_{0,0} &= C^{-1} \frac{1}{\lambda_0} q_{0,0}; \\
p_{j,0} &= \frac{C^{-1}}{\lambda_0} \left\{ q_{0,0} \sum_{i=0}^j l_i \sum_{k=0}^{j-i} l_{j-i}^k \left(1 - \sum_{n=0}^k \beta_n^0 \right) + \right. \\
& \left. + \sum_{i=1}^{\min(j, H-2)} q_{i,0} \sum_{k=0}^{j-i} l_{j-i}^k \left(1 - \sum_{n=0}^k \beta_n^0 \right) \right\}, \quad j = \overline{1, R-1}; \\
p_{R,0} &= \frac{C^{-1}}{\lambda_0} \left\{ q_{0,0} \sum_{i=0}^{\infty} l_i \sum_{j=\max(0, R-i)}^{\infty} \sum_{k=0}^j l_j^k \left(1 - \sum_{n=0}^k \beta_n^0 \right) + \right. \\
& \left. + \sum_{i=1}^{H-2} q_{i,0} \sum_{j=R-i}^{\infty} \sum_{k=0}^j l_j^k \left(1 - \sum_{n=0}^k \beta_n^0 \right) \right\}; \\
p_{j,1} &= \frac{C^{-1}}{\lambda_1} \sum_{i=L}^{\min(j, R-2)} q_{i,1} \sum_{k=0}^{j-i} l_{j-i}^k \left(1 - \sum_{n=0}^k \beta_n^1 \right), \quad j = \overline{L, R-1}; \\
p_{R,1} &= \frac{C^{-1}}{\lambda_1} \sum_{i=L}^{R-2} q_{i,1} \sum_{j=R-i}^{\infty} \sum_{k=0}^j l_j^k \left(1 - \sum_{n=0}^k \beta_n^1 \right); \\
p_{j,2} &= C^{-1} b^{(1)} q_{R-1,2}, \quad j = \overline{H+1, R},
\end{aligned} \tag{2}$$

где

$$C = \left(\frac{1}{\lambda_0} + b^{(1)} \right) q_{0,0} + b^{(1)} (1 - q_{0,0}) = b^{(1)} + \frac{1}{\lambda_0} q_{0,0}.$$

Анализ вероятностно-временных характеристик

Теперь мы можем найти вероятность нахождения системы в режиме перегрузки суммированием соответствующих вероятностей распределения $\{p_{j,s}\}$

$$P(S_1) = \sum_{(j,s) \in S_1} p_{j,s} = \sum_{j=L}^R p_{j,1}. \quad (3)$$

Аналогично вычисляется вероятность нахождения системы в режиме сброса нагрузки.

$$P(S_2) = \sum_{(j,s) \in S_2} p_{j,s} = \sum_{j=H+1}^R p_{j,2}. \quad (4)$$

Пусть \mathbf{P}_0 - матрица переходных вероятностей на подпространстве \tilde{S}_0 размерности $H-1 \times H-1$.

$$(\mathbf{P}_0)_{ij} = \begin{cases} \sum_{i=1}^{j+1} l_i \sum_{k=0}^{j-i+1} l_{j-i+1}^k \rho_k^0, & i=0, j=\overline{0, H-2}; \\ \sum_{k=0}^{j-i+1} l_{j-i+1}^k \rho_k^0, & i=\overline{1, H-2}, j=\overline{i-1, H-2}; \\ 0, & j < i-1. \end{cases}$$

Рассмотрим поведение процесса $X(t_n+0)$ в подмножестве состояний \tilde{S}_0 . Выходя из подпространства \tilde{S}_1 в \tilde{S}_0 , система всегда попадает в состояние $(L-1,0)$, поэтому начальное распределение в подпространстве \tilde{S}_0 можно выразить вектором

$$\mathbf{e}_L^T = \left(\underbrace{0, \dots, 0}_{L-1}, \underbrace{1, 0, \dots, 0}_{H-L} \right).$$

Пусть также $\mathbf{a}^T = (a_0, a_1, \dots, a_{H-2})$, где $a_i = 1 - \sum_{j=0}^{H-2} (P_0)_{ij}$ - вероятность того, что система, находясь в состоянии $(i,0)$, выйдет из подпространства \tilde{S}_0 на следующем шаге цепи Маркова. Тогда $\mathbf{e}_L^T \mathbf{P}_0^n \mathbf{a}$ - вероятность того, что система выйдет из подмножества \tilde{S}_0 ровно через $n+1$ шаг процесса $X(t_n+0)$, а среднее число шагов $\tilde{\tau}_0$ равно

$$\tilde{\tau}_0 = \sum_{n=0}^{\infty} (n+1) \mathbf{e}_L^T \mathbf{P}_0^n \mathbf{a} = \mathbf{e}_L^T (\mathbf{I} - \mathbf{P}_0)^{-1} \mathbf{1}. \quad (5)$$

Чтобы получить среднее время τ_0 нахождения процесса $X(t)$ в подпространстве S_0 необходимо домножить выражение (5) на среднюю длительность одного шага цепи Маркова $X(t_n+0)|_{S_0}$.

$$\tau_0 = \left(b^{(1)} + \frac{\mathbf{1}}{\lambda} \frac{g_{0,0}}{P(\bar{S}_0)} \right) \mathbf{e}_L^T (\mathbf{I} - \mathbf{P}_0)^{-1} \mathbf{1}. \quad (6)$$

В стационарном режиме система входит и выходит из подмножества состояний S_0 одинаковое число раз, отсюда находим τ_{12} - среднее время нахождения в подпространстве S_1 и S_2 .

$$\tau_{12} = \tau_0 \frac{P(S_1 \cup S_2)}{P(S_0)}. \quad (7)$$

Из формул (6) и (7) легко найти среднюю длительность цикла управления τ :

$$\tau = \tau_0 + \tau_{12}. \quad (8)$$

Заключение

В статье для анализа показателей качества функционирования SIP-сервера построена модель типа M/G/1 с гистерезисным управлением и групповым поступлением заявок. На основании модели были выписаны системы уравнений, позволяющие вычислять стационарное распределение вероятностей системы, получены формулы основных вероятностно-временных характеристик: вероятности нахождения в режиме перегрузки и режиме сброса нагрузки, среднее время возврата из режима перегрузки и среднюю длительность цикла управления.

Литература

1. Rosenberg J. Requirements for Management of Overload in the Session Initiation Protocol. // RFC 5390, – декабрь 2008.
2. Hilt V, Noel E., Shen C., Abdelal A. Design Considerations for Session Initiation Protocol (SIP) Overload Control. // RFC 6357, август 2011.
3. Montagna S., Pignolo M. Load control techniques in SIP signaling networks using multiple thresholds. // 13th International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium, NETWORKS, 2008. – pp. 1–17.
4. Абаев П.А., Гайдамака Ю.В., Самуйлов К.Е. Гистерезисное управление нагрузкой в сетях сигнализации. // Вестник РУДН. Серия Математика. Информатика. Физика, 2011, №4. – С. 55-73.
5. Chi C., Hao R., Wang D., Cao Z. IMS presence server: traffic analysis & performance modeling. // International Conference on Network Protocols, 2008. – pp. 63-72.
6. Roughan M., Pearce C.E.M. A martingale analysis of hysteretic overload control. // Advances in Performance Analysis, 2000, №1. – pp. 1-30.
7. Самуйлов К.Е., Сопин Э.С. К анализу системы M^[X]|G|1|г с прогулками прибора. // Вестник РУДН. Серия Математика. Информатика. Физика, 2011, №1. – С. 91-97.

**СЕКЦИЯ 6. НАУЧНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В
ОБРАЗОВАНИИ И НАУКЕ**

Гайфуллин Б.Н.,

Негосударственное образовательное учреждение УКЦ Интерфейс,
директор,
bulat@interface.ru

Туманов В.Е.

Институт проблем химической физики РАН,
зав. лабораторией
tve@icp.ac.ru

Предметно-ориентированные системы научной осведомленности в науке и образовании

Аннотация

В статье рассмотрены теоретические основы концепции предметно-ориентированных систем научной осведомленности, как узкоспециализированных информационно-аналитических систем для сбора, верификации, хранения, извлечения, интеллектуального анализа данных и производства новых знаний. Такие системы являются выделенным классом систем поддержки и принятия решений на основе технологии хранилищ данных и знаний в узкоспециализированных научных областях.

Введение

В результате научных экспериментов и компьютерного моделирования постоянно накапливаются большие объемы данных, которые организуются в электронные информационные ресурсы: базы и хранилища данных, электронные информационные и вычислительные системы, научные центры данных. Такие информационные ресурсы становятся местом накопления, хранения, верификации, извлечения, использования и распространения профессиональных и корпоративных знаний.

Эффективное развитие науки и высоких технологий требует интенсивной обработки и анализа фундаментальных знаний, накопленных в различных исследовательских организациях, что приводит к потребности в развитии информационных технологий накопления, извлечения и анализа предметно-ориентированных профессиональных знаний на основе разработки универсальных и специализированных моделей организации и представления научных данных и знаний в электронных ресурсах.

Таким образом, создание информационных ресурсов в Интернет, предназначенных для сбора, хранения, верификации, извлечения, распространения и производства новых профессиональных знаний в различных предметных областях является актуальной научной и научно-практической задачей.

Системы научной осведомленности

В последнее время бурное развитие получили системы деловой осведомленности или бизнес-аналитики (Business Intelligence System, BI System), в основе которых лежат технологии складирования данных (Data Warehousing), анализа и извлечения знаний (Data Mining) [1]. Успех в использовании систем деловой осведомленности в бизнесе привел к идее разработки и создания систем научной осведомленности (Science Intelligence System, SI System).

Одна из первых попыток дать определение систем научной осведомленности была предпринята в статье R. Hackathorn [2].

Определение 1. Система научной осведомленности есть «информационная инфраструктура, которая обеспечивает принятие решений и совместную работу научного сообщества в рамках выделенной предметной области знаний» [2].

Там же рассмотрена общая архитектура таких систем в разрезе категорий основных пользователей и использования современных информационных технологий.

В системах научной осведомленности научные решения, методология и методы исследований интегрируются в общую библиотеку решений, а данные из разнородных источников интегрируются в общее хранилище данных, которое через предметно-ориентированные информационные ресурсы поставляет информацию пользователям: ученым, технологам, студентам, преподавателям, представителям промышленности и государства. Особенностью систем научной осведомленности является предоставление пользователям, помимо собственно профессиональной информации, инструментария для анализа данных.

К основным требованиям, которые предъявляются к таким системам, относятся следующие.

Поскольку интенсивность потоков получаемых научных данных непрерывно растет, особенно в крупномасштабных научных проектах, используемые информационные технологии должны быть способны обработать эти потоки данных, что приводит к требованию масштабируемости данных в таких системах.

Источники данных зачастую имеют территориальную распределенность, что приводит к требованию наличия **стандартов** представления данных и открытости систем научной осведомленности для приема и обработки научных данных.

Как правило, полученные электронные массивы научных данных требуют применения сложных методов анализа, многократно и под различными углами зрения, что требует представления данных в форме, пригодной для применения различных методов интеллектуального анализа данных (Data Mining).

От систем научной осведомленности требуется также наличие механизмов своевременной доставки данных конечному потребителю по первому требованию, также включая поиск опубликованных данных в

системе научных библиотек.

Поскольку системы научной осведомленности предназначены для коллективного использования и совместной работы, они должны предоставлять быстрый доступ к данным и простые способы обмена информацией между работающими, возможно, в разных странах специалистами.

Перечисленные общие требования к системам научной осведомленности приводят к необходимости использования таких информационных технологий, как порталные технологии, технологии складирования данных, XML технологии, вычислительных кластеров, серверов высокой готовности и ряда других. Реализация указанных требований в полном масштабе возможна лишь в крупномасштабных, хорошо финансируемых научных проектах.

Как видно из выше сказанного, системы научной осведомленности можно рассматривать как класс научных информационных систем, ориентированных на интеллектуальный анализ данных с целью поддержки принятия решений в сфере исследований и получения новых профессиональных знаний.

- Элемент перечисления (маркированный список)
- Элемент перечисления

Предметно-ориентированные системы научной осведомленности

В национальном стандарте США [3] термин «производство знаний» определяется как:

- разработка и обеспечение новых знаний (JECD 1966:2);
- обстоятельства, при которых люди, группы людей и организации успешно генерируют новые знания и практики (OECD 2000:39).

Далее в тексте работы под производством знаний понимается извлечение новых знаний из эмпирических данных в рамках компьютерной системы с участием человека и использованием методов прикладного искусственного интеллекта.

В нашей работе [4] было дано определение **предметно-ориентированных систем научной осведомленности**, как узкоспециализированных систем научной осведомленности, которые кроме возможности решения задач интеллектуального анализа данных наделены способностью производства новых профессиональных знаний.

Определение 2. Предметно-ориентированная система научной осведомленности есть информационная инфраструктура, которая обеспечивает интеллектуальный анализ данных, принятие решений, производство новых знаний и совместную работу научного сообщества в рамках выделенной узкоспециализированной профессиональной области.

Общая программная архитектура такой системы показана на Рис. 1.

Как показано на рисунке 1, основными компонентами предметно-ориентированной системы научной осведомленности являются, помимо

инструментария интеллектуального анализа данных, хранилище знаний и подсистема производства профессиональных знаний, включающая набор встроенные экспертных систем и искусственных нейронных сетей.



Рис. 1. Общая программная архитектура предметно-ориентированных систем научной осведомленности

С учетом требования анализа и производства знаний в программно-технологическую архитектуру предметно-ориентированных систем научной осведомленности предъявляются следующие дополнительные программные компоненты:

- *Компонент фактографических научных баз данных*, содержащих экспериментальные или модельные данные, в частности, фундаментальные константы, числовые и лингвистические характеристики химических или физических процессов.
- *Компонент интеллектуального анализа данных*. Поскольку новые инструменты научных исследований обладают исключительной точностью, увеличивается точность и качество фактографических данных. Для анализа таких данных с целью нахождения тонких эффектов, упущенных в предыдущих исследованиях, требуется набор алгоритмов, позволяющий проводить сложный анализ данных.
- *Компонент производства новых знаний*. Найденные в результате интеллектуального анализа данных эмпирические закономерности позволяют строить прогнозы значений физических или химических процессов и оценивать значение фундаментальных характеристик материалов. Это создает предпосылки для встраивания в предметно-ориентированные системы научной осведомленности элементов прикладного искусственного интеллекта, например, экспертных систем для производства новых знаний и их сохранения в системе.
- *Компонент распространения профессиональных знаний (дистанционного обучения)*. Наличие такого компонента в системе делает ее более привлекательной для использования и распространения предметно-ориентированных знаний, а также служит привлечению заинтересованного круга профессиональных пользователей к производству новых знаний.

Предметно-ориентированные системы научной осведомленности могут быть созданы в научных проектах меньшего масштаба. При хорошо

организованной и спроектированной системе метаданных, они легко могут быть интегрированы в более крупные системы научной осведомленности с учетом территориальной распределенности последних.

Для разработки и создания предметно-ориентированных систем научной осведомленности целесообразно использовать технологии мультиагентных систем. Компонентом такой системы становится интеллектуальный агент, который можно представить в виде веб-приложения, наделенного искусственным интеллектом, и расположенного за некоторым внешним порталом. При этом сам агент ориентирован на обработку научных данных в узкоспециализированном разделе предметной области. При наличии протокола взаимодействия между такими агентами, система научной осведомленности в целом строится поэтапно.

Хранилище знаний предметно-ориентированных систем научной осведомленности

Центральным компонентом предметно-ориентированных систем научной осведомленности является хранилище знаний.

Перед тем как дать определение хранилища знаний, напомним определение хранилища данных, приведенное в [5]. Под ***хранилищем данных*** понимается «предметно-ориентированная, интегрированная, неизменяемая и поддерживающая хронологию электронная коллекция данных для поддержки принятия решений».

Подобно хранилищу данных, хранилище знаний может рассматриваться как предметно-ориентированная, интегрированная, содержащая временные ряды и поддерживающая процесс принятия решений электронная коллекция. Однако, в отличие от хранилища данных, хранилище знаний является комбинацией неизменяемых и изменяемых объектов и компонент, и должна хранить не только данные, но и знания предметной области.

В процессе исследования данных методами интеллектуального анализа полученные знания могут изменяться. Так могут измениться параметры центра кластера в зависимости от поступления новых данных или используемого алгоритма кластеризации. Или может быть уточнен вид зависимости в данных. Например, параболический тренд может оказаться справедливым только в определенном интервале, а вне этого интервала будет иметь место линейный тренд. Компонент производства знаний может генерировать данные, которые являются прогнозом значений некоторого параметра, но экспериментального подтверждения не имеют, т.е. знания, хранимые в хранилище знаний, могут изменяться и дополняться в результате его эксплуатации.

Дадим следующее определение ***хранилища знаний***.

Определение 3. Хранилище знаний есть предметно-ориентированная, интегрированная, поддерживающая временные ряды данных электронная коллекция, которая содержит данные, знания, процедуры генерирования

знаний и используется для анализа и исследования данных, производства новых знаний и поддержки принятия решений.

Определение, приведенное выше, является расширением определения, данного в [6]. Существенное отличие настоящего определения состоит в добавлении в хранилище знаний компонентов интеллектуального анализа данных и средств генерирования знаний.

Общая программно-аппаратная архитектура хранилища знаний приведена на Рис. 2.



Рис. 2. Общая программно-аппаратная архитектура хранилища знаний

Как видно из рисунка 2, хранилище знаний включает хранилище данных для исследования (Exploration Data Warehouse), которое содержит неизменяемые во времени данные (экстенциональный фрагмент хранилища данных), базу знаний выделенной предметной области, встроенные механизмы производства профессиональных знаний, хранилище производных данных (интенциональный фрагмент хранилища данных), интерфейс пользователя и интерфейс эксперта. Интерфейс пользователя предназначен для выборки и распространения знаний, а интерфейс эксперта - для производства новых знаний.

Таким образом, предметно-ориентированную систему научной осведомленности можно рассматривать как интеллектуальную систему в сети Интернет, назначением которой является сбор, хранение, верификация, извлечение, распространение и производство новых предметно-ориентированных знаний в конкретной предметной области человеческого знания.

Использование при проектировании и создании такой системы порталных и мультиагентных технологий, т.е. создание их как веб-ориентированных программных систем с использованием элементов прикладного искусственного интеллекта, делает предметно-ориентированные системы научной осведомленности более удобными для поэтапной разработки.

В основу модели данных системы можно положить совокупность

связанных киосков данных, активно взаимодействующих как с базой знаний, так и с внешней средой. В качестве модели представления знаний можно использовать таблицы решений, правила продукций, фреймы, семантические сети.

Программно-технологическая архитектура предметно-ориентированной системы научной осведомленности в Интернет

Предметно-ориентированные системы научной осведомленности предназначены для решения следующих задач:

- сбор, верификация и хранение фактографических и текстовых данных в рамках конкретно выбранной предметной области;
- поиск данных фактографических и текстовых данных в рамках конкретно выбранной предметной области;
- извлечение данных для выполнения интеллектуального анализа данных и сохранение результатов анализа в хранилище данных системы;
- производство и распространение новых данных и профессиональных знаний в рамках конкретно выбранной предметной области.

Программно-технологическую архитектуру системы научной осведомленности безотносительно к конкретной программной области можно представить, как показано на Рис. 3.

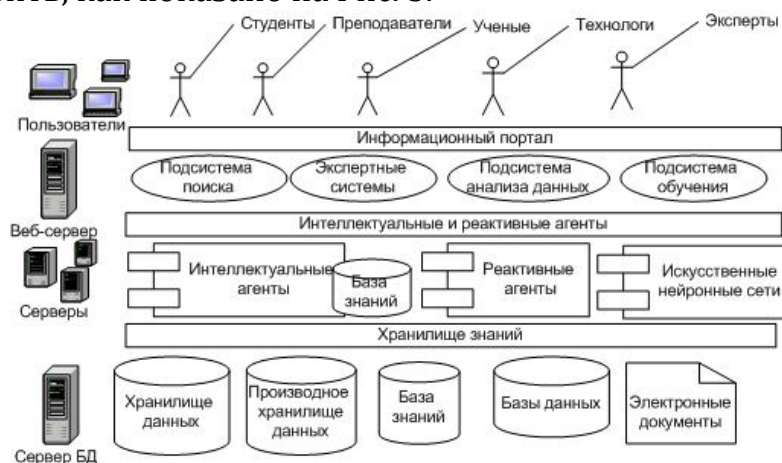


Рис. 3. Программно-технологическая архитектура системы научной осведомленности

Как показано на рисунке, система состоит из нескольких программных слоев. Первый слой реализован как предметно-ориентированное *веб* - приложение, которое предоставляет пользователю интерфейс и принимает управляющие решения. Данное *веб* - приложение предоставляет доступ к следующим программным компонентам системы: информационной подсистеме, аналитической подсистеме, подсистеме дистанционного обучения, встроенной подсистеме объяснений и подсистеме производства новых профессиональных знаний.

Второй слой состоит и интеллектуальных агентов, реактивных агентов и обученных искусственных нейронных сетей, которые реализуют

работу встроенных в портал экспертных систем и выполняют функции поиска информации. Агенты распределены в различных узлах локальной сети.

Третий слой представляет собой хранилище знаний, которое состоит из:

- хранилищ экспериментальных данных, реализованных как связанные киоски данных (интенциональные киоски данных);
- производных хранилищ данных, в которые пользователи имеют возможность заносить полученные ими в результате работы с системой новые значения (экстенциональные киоски данных);
- базы знаний, которая состоит из правил продукций, таблиц решений, процедур выполнения расчетов, алгоритмов кластерного анализа данных и общих фактов, используемых экспертными системами;
- электронных документов, которые в частности представляют собой материалы учебных лекций по предметной области, а также тезаурусы терминов и файлы подсистемы объяснений.

Активными элементами (агентами) производства новых знаний в системе являются встроенные в портал или размещенные за порталом экспертные системы и искусственные нейронные сети, представленные как набор взаимодействующих веб-сервисов.

Полученные в результате использования пользователем активных элементов могут быть сохранены в хранилище знаний. Такая возможность делает систему активной и позволяет заинтересованному научному сообществу накапливать в ней новые знания.

Возможность пополнения системы предметными знаниями накладывает на ее функционал определенные ограничения. Такие ограничения связаны с необходимостью обеспечить достоверность заносимых в нее данных. Поэтому хранилище знаний системы состоит из двух разделов: базового раздела, составленного экспертами по данным научных публикаций, и раздела, произведенного пользователями системы.

При попытке занесения новых данных в блок контекстного управления на основе логических рассуждений делает ряд проверок и выводов о достоверности этих данных, а затем принимает решение либо о занесении данных с определенным показателем их надежности, либо об отказе в запоминании данных.

Одной из особенностей архитектуры системы, что делает ее привлекательной для использования в профессиональном образовании, является наличие подсистемы дистанционного обучения. Основу подсистемы дистанционного обучения составляют веб-ориентированные курсы лекций, разработанные для обучения студентов и аспирантов. Курсы включают в себя тексты лекций, электронные задачки, разнесенные по лекциям, и тесты.

Подсистема объяснений блока контекстного управления обращается

в случае необходимости к фрагментам лекций и управляющего тезауруса основных терминов при выполнении вычислений.

Многократное преобразование исходных данных и информации в предметно-ориентированных системах научной осведомленности, формирование предметных знаний и производство новых знаний делает решение задачи управления знаниями актуальным, поскольку система функционирует в среде Интернет.

Управление знаниями является набором формальных процедур управлением знаниями с целью обеспечения доступа и многократного использования заинтересованными группами с использованием новых технологий.

В предметно-ориентированной системе научной осведомленности знания рассредоточены по взаимосвязанным киоскам данных (факты) и базе знаний (правила, семантические сети). Для скоординированного их использования и производства новых знаний необходимо разработать формальную структурированную схему знаний. Сформулируем определение схемы знаний предметно-ориентированной системы научной осведомленности, исходя их представления о процессе управления знаниями.

Общий процесс управления знаниями включает:

- Анализ предметной области. Идентификацию предметно-ориентированной области в ее терминах.
- Концептуальное моделирование предметной области, основанное на создании терминологического глоссария (управляемого словаря) и определения взаимосвязи между терминами.
- Сбор знаний из полнотекстовых источников, Интернет и информационных научных систем.
- Конструирование базы знаний и тестирования ее компетенции на соответствие требованиям.

Под схемой знаний будем понимать структурированную область знаний, которая может быть определена как отношение

$$\langle A; \cup_i \Gamma_i; M; P; \Sigma; \Omega \rangle, \quad (9.1)$$

где A - управляющий словарь (Глоссарий терминов и принципов предметной области);

$\cup_i \Gamma_i$ - физическая структура данных;

M - метаданные;

P - модели предсказания и их интерпретация в терминах предметной области;

Σ - база знаний;

Ω - механизмы взаимодействия компонент системы.

Схему знаний можно смоделировать на основе раскрашенных сетей Петри, фреймов, семантической сети, продукционных правил или таблиц

решений.

Заключение

Проведен анализ требований к системе и определены базовые функциональные возможности системы, предложена программно-технологическая архитектура системы, сформулирована концепция предметно-ориентированной системы научной осведомленности.

Полученные результаты позволяют предположить, что разработка и публикация в сети Интернет предметно-ориентированных систем научной осведомленности на основе использования хранилищ знаний позволит научному сообществу создавать распределенные сети для сбора, хранения, извлечения, интеллектуального анализа, распространения и производства знаний в узкоспециализированных областях исследований и технологий. Создание таких систем возможно небольшими коллективами ученых.

Включение в такие системы подсистемы дистанционного обучения предметно-ориентированным знаниям значительно расширяет круг ее потенциальных пользователей (студентов и аспирантов), что способствует самостоятельному формированию у них профессиональных знаний, а преподавательскому составу высших учебных заведений предоставляет дополнительный учебный материал и электронный ресурс-справочник.

Таким образом, предложена теоретическая концепция проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации объектов интеллектуального научного исследования. Такие системы могут стать основой для разработки методов получения, анализа и обработки экспертной информации в научной и технологической сферах деятельности.

Литература

1. Thierauf R.J. Effective Business Intelligence Systems. - Westport. Quorum Books. 2001. 392 p.
2. Hackathorn R. Science Intelligence. Can a Business Intelligence Approach Enable «Smart» Science? DM Review. 2005. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.DMReview.com>
3. Proposed Draft American Standard. Knowledge Management Vocabulary. April, 2003.
4. Туманов В.Е. Предметно-ориентированные системы научной осведомленности в физической химии радикальных реакций // Сборник трудов пятой международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». Том. 12. «Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование». Спб.: Издательство Политехнического университета, 2008. С. 41-42.
5. Inmon W.H. Building the Data Warehouse. - John Wiley. 3rd Ed. 2004. 412 p.
6. Firestone J. M. Enterprise Information Portals and Knowledge Management. - Oxford: Butterworth-Heinemann. 2003. 422 p.

Кальдин Д.А.,

ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.», аспирант
diman_ne@mail.ru

Мурашев Д.А.,

Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина
Ю.А.», к.ф.-м.н, доцент
murashev@mail.ru

Клинаев Ю.В.,

Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина
Ю.А.», д.ф.-м.н, профессор
klinaev@techn.stu.ru

Терин Д.В.

Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина
Ю.А.», к.ф.-м.н, доцент
terinden@mail.ru

Оптимизация алгоритмов компьютерного моделирования трехмерного физического пространства

В природе существует множество взаимосвязанных объектов, визуальное моделирование которых вместе с окружающим физическим пространством является одним из эффективных методов их изучения. Такие технологии моделирования основаны на реализации математического описания трёхмерных объектов в динамике их взаимодействия с помощью специальных программ, - так называемых «движков». Наибольшее развитие такие программы получили в игровых приложениях. Игровой движок — это центральный программный компонент интерактивных приложений с графикой, обрабатываемой в реальном времени [1]. Основной задачей движка является обеспечение полноценного функционирования моделируемого трёхмерного окружения.

Не затрагивая индустрию компьютерных игр, можно выделить следующие направления развития и применения алгоритмов виртуализации:

- моделирование физических процессов в сложных системах, близких к окружающему пространству нашей или другой планетной системы;
- проведение экспериментов с людьми, но без их участия, например, в

медицинских целях;

- тренировка навыков специализированного персонала, например, пожарных, врачей, военных и т.п., – разработка компьютерных тренажёров;

В настоящее время развитию данного направления компьютерного моделирования в нашей стране не уделяется должного внимания. Не за горами то время, когда виртуальные миры, виртуальная реальность окажутся достаточно правдоподобными и похожими на окружающий нас мир в силу технических возможностей.

Основной частью движка давно принято считать визуализатор, поскольку именно то, что мы видим и формирует у нас самое глубокое впечатление. Для отображения виртуальной трёхмерной среды на экране компьютера необходимо программно реализовать определённый алгоритм и формат представления данных о трёхмерной пространстве.

О проблемах моделирования пространства

Геометрическое описание окружающей среды не является сложной задачей и в наипростейших случаях математическое моделирование пространственного расположения физических объектов сводится к описанию объектов трёхмерного пространства координатами их точек с той или иной точностью. Но настолько подробное описание, при всей его полезности и информативности, не может достаточно удобно обрабатываться. Одной из причин этого являются потребные значительные вычислительные мощности для обработки, хранения и обеспечения передачи координатной и иной информации (цвет, чёткость, яркость, контрастность и т.п.), в зависимости от качества компьютерной визуализации реального объекта и технических требований к приложению моделирования.

Чтобы обеспечить визуализацию моделей трёхмерного пространства в режиме реального времени необходимы различные ухищрения и допущения при разработке моделей в плане их упрощения, но без потери адекватности.

Рассмотрим наиболее распространённые из них.

Двоичное разбиение пространства (Binary Space Partition, BSP). BSP-дерево — это структура данных, используемая в трёхмерной графике. В BSP-дереве каждый узел связан с разбивающей прямой или плоскостью в 2-мерном или 3-мерном пространстве соответственно. При этом все объекты, лежащие с фронтальной стороны плоскости относятся к фронтальному поддереву, а все объекты, лежащие с оборотной стороны плоскости относятся к оборотному поддереву [2]. Таким образом, мы не обрабатываем всю модель мира в каждом проходе алгоритма, а лишь только видимую её часть. Недостатком данного алгоритма принято считать необходимость замкнутости моделируемого пространства. Ниже проиллюстрировано дерево для двухмерного случая пространства.

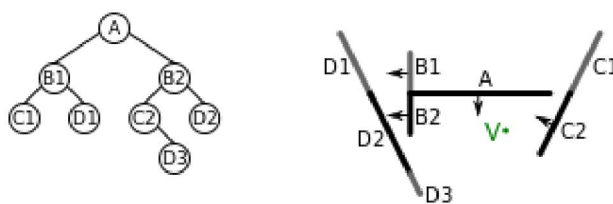


Рис. 1. Данные в BSP-дереве

Z-буферизация — в компьютерной трёхмерной графике способ учёта удалённости элемента изображения. Представляет собой один из вариантов решения «проблемы видимости». Очень эффективен и практически не имеет недостатков, если реализуется аппаратно. Основным недостатком Z-буферизации состоит в потреблении большого объёма памяти: в работе используется так называемый буфер глубины или Z-буфер [2]. Наглядное представление хранимых данных отражено ниже.

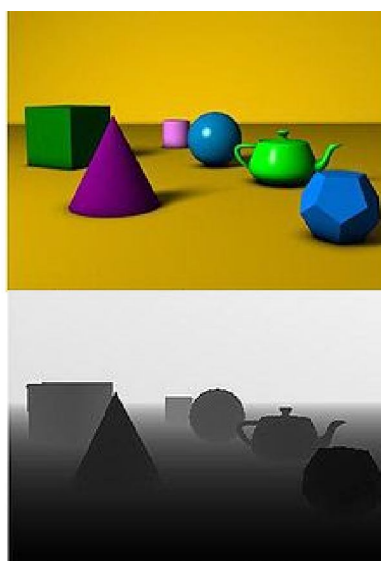


Рис. 2. Данные в Z-буфере

Ray casting, Метод «бросания лучей» — один из методов рендеринга в компьютерной графике, при котором сцена строится на основе замеров пересечения лучей с визуализируемой поверхностью [3]. Обладая отличной скоростью, этот метод отличается крайне низкой точностью вычислений, что ограничивает его применение лишь для узкого круга локальных задач.

Перспективы развития.

Для создания оптимальной и адекватной модели окружающего пространства необходимо чётко представлять аппаратные возможности современных компьютеров и тенденции их развития. Анализируя этапы развития вычислительной техники за последние два десятка лет [4], можно заключить, что приоритетными являются следующие преимущества:

- многопоточность вычислительных операций,
- высокая производительность вычислений на графических адаптерах,
- доступность больших объёмов, как оперативной, так и

энергонезависимой видов памяти.

Ориентируясь на эти особенности, можно с большей уверенностью заниматься разработкой новых и усовершенствованием уже существующих алгоритмов.

За базовую структуру хранения окружающего пространства примем двоичные деревья. Но чтобы обеспечить наибольшую производительность при большей насыщенности и точности объектов виртуального мира необходимо переопределить логическую модель ветвей и листьев «деревя».

Ориентируясь на многопоточность вычислений, следует хранить в них не просто координаты объектов, а более широкие структуры, группы объектов. Поскольку время является лимитирующим фактором, правильнее будет параллельно обработать несколько объектов, необязательно только нужных.

Имея в своём распоряжении достаточный объём оперативной памяти, можно интегрировать в двоичное дерево алгоритм z-буферизации, что уже используется в современных продуктах [5]. Но помимо параметра удалённости объектов, следует хранить информацию о важности и размере объекта. Например, на расстоянии 100 м от наблюдателя, десятиэтажное здание будет хорошо видно и его нужно видеть, а вот спичечный коробок на таком же расстоянии будет не заметен (или вовсе не нужен, если модель строится для изучения архитектуры). Не обрабатываемые бесполезные объекты освобождают ресурсы вычислительных систем для более детального моделирования нужных объектов или для увеличения числа моделей.

Оценка производительности.

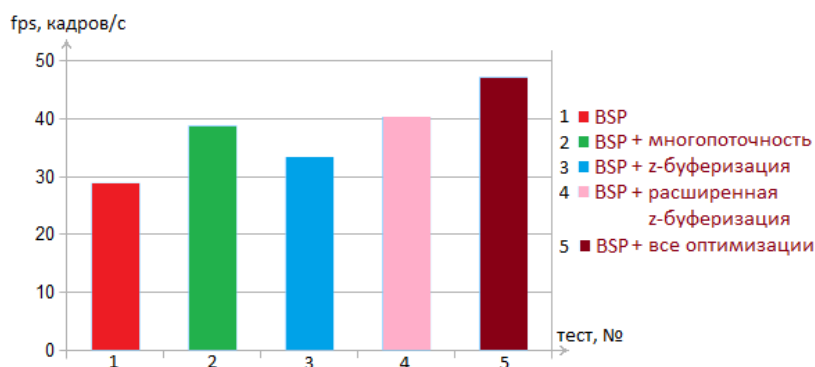


Рис. 3. Диаграмма производительности

Описанные оптимизации алгоритма двоичного разбиения пространства были реализованы и протестированы. Использовалось виртуальное пространство со среднестатистическим набором объектов больших и малых размеров. Тестирование проводилось на современной платформе на базе двухъядерного процессора производства фирмы Intel 2012 года. Анализ проводился по количеству кадров изображения просчитанных вычислительной системой за секунду. Взяты средние

значения по результатам 10 тестов. Результаты отражены в диаграмме.

Заключение

Проведённые эксперименты говорят о том, что некоторые улучшения скорости обработки удаётся получить, прибегнув к комбинации алгоритмов и проведя их оптимизацию и расширение.

С другой стороны, одновременное использование всех оптимизаций не даёт результат равный сумме приростов производительности в каждом отдельном случае. Это объясняется перекрёстными издержками каждого метода (затраты времени на служебные операции), что и приводит к этой нелинейности.

Важно заметить и то, что не все алгоритмы успешно поддаются распараллеливанию.

Усиление влияния тех или иных оптимизаций, в зависимости от области применения и объектов моделирования, должно дать больший прирост производительности.

Развитие и совершенствование методов компьютерного моделирования, по мере совершенствования аппаратной базы вычислительных средств, является весьма перспективным направлением исследований в плане достижения в программных технологиях моделирования адекватности виртуальной реальности и окружающего нас мира.

Литература

1. Игровой движок [Электронный ресурс] // Википедия, свободная энциклопедия [сайт]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Игровой_движок (дата обращения: 10.09.2012).
2. Методы Z-сортировки [Электронный ресурс] // Википедия, свободная энциклопедия [сайт]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Методы_Z-сортировки (дата обращения: 10.09.2012).
3. Ray casting [Электронный ресурс] // Википедия, свободная энциклопедия [сайт]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Ray_casting (дата обращения: 10.09.2012).
4. Леонид Черняк Многоядерные процессоры и грядущая параллельная революция. – «Открытые системы», № 04, 2007
5. Quake engine [Электронный ресурс] // Wikipedia, the free encyclopedia [сайт]. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Quake_engine (дата обращения: 05.10.2012).

Применение компьютерной графики для визуализации процессов

Аннотация

В статье затрагиваются вопросы применения разнообразных технологий для визуализации исследуемых процессов, а также графического представления данных.

Введение

Известно, что для наглядности исследуемых процессов используются средства представления данных в графическом виде. Кроме того, с помощью компьютерной графики можно создавать и полноценные приложения, такие как всевозможные автомобильные, авиа и другие тренажеры.

В настоящее время существует целое множество различных программных пакетов, осуществляющих поддержку научных исследований и ведения учебного процесса, в том числе, это касается визуализации информации.

Данная статья раскрывает возможности различных технологий, выполняющих упомянутые функции, а также содержит анализ достоинств и недостатков таких технологий.

Обзор существующих технологий

Рассмотрим несколько технологических средств, которые успешно могут быть использованы в качестве вспомогательных при проведении учебного процесса и научных исследований.

В качестве графической поддержки исследований может пониматься не только построение графиков, а также формирование анимации исследуемых процессов и представления данных. Поэтому множество используемого программного обеспечения можно разделить на несколько групп.

Первая группа представляет собой методы и специализированное программное обеспечение, позволяющее строить графики в двумерном и трехмерном виде. Вторая группа представляет собой набор инструментов для формирования двумерной и трехмерной анимации, а третья группа содержит как первые методы, так и вторые.

Остановимся подробнее на рассмотрении представителей указанных групп графических инструментов.

К первой группе следует отнести программные пакеты MathCad, Maple, Mathematica. Основная задача этих программных средств состоит в

обеспечении исследователя необходимыми графическими компонентами и решениями систем.

Вторая группа содержит в себе в основном различные среды программирования и всевозможные графические пакеты, такие как 3D MAX, Blender, CAD системы, с помощью которых возможно создавать не только 2D и 3D модели, но и анимацию.

В состав третьей группы входят некоторые среды программирования, например Microsoft Visual Studio и пакет прикладных программ MATLAB от компании Mathworks.

Наибольший интерес представляет именно третья группа, поэтому перейдем к более подробному рассмотрению особенностей и методов упомянутого программного обеспечения.

Графическая поддержка исследования с помощью пакета MATLAB-Simulink

Пакет прикладных программ MATLAB [1] содержит в себе две среды разработки – собственно сам MATLAB и подсистема имитационного моделирования Simulink.

Для решения задач компьютерной графики подходят обе части пакета, однако каждая обладает своими специфическими подзадачами. В среде MATLAB удобно осуществлять построение вспомогательных графиков, и в принципе возможно формирование анимации, хотя для этого необходимо обладать навыками программирования, в частности, условных и циклических конструкций.

Рассмотрим работу этой части пакета на примере. Предположим, исследователь сформировал функцию и теперь необходимо построить ее график:

Табл. 1. Пример графической функции пакета MATLAB

Функция	Команды MATLAB
$x^2 + y^2 = r^2$ Окружность	t=0:pi/40:2*pi; r=1; x=r*sin(t); y=r*cos(t); plot(x,y); grid on;
Две окружности: $x^2 + y^2 = r^2$ $x^2 + y^2 = \frac{r^2}{16}$ вращение по орбите	t=0:pi/40:2*pi; r=1; n=10; x=r*sin(t); y=r*cos(t); for k=0:pi/n:2*pi plot(x,y); grid on; hold on; axis([-2 2 -2 2]) x1=r/4*sin(t); y1=r/4*cos(t);

```
xx=x1+r*sin(k);
yy=y1+r*cos(k);
plot(xx, yy);
pause(.1)
hold off;
End
```

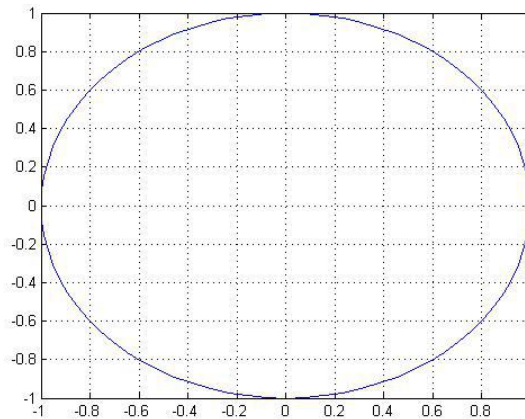


Рис. 1. Статический рисунок в MATLAB

В первом примере строится график окружности. Во втором примере формируются графики двух окружностей, причем здесь присутствует динамика, т.е. одна окружность вращается относительно другой по заданному в программе закону. В примере (на рис. 2) малая окружность движется относительно большей по ее контуру как по орбите.

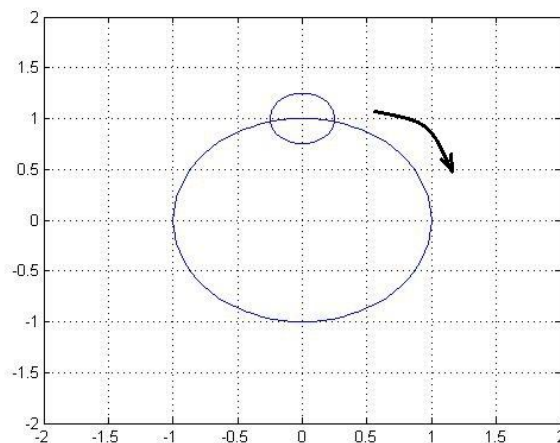


Рис. 2. Движение малой окружности по орбите

Другая часть пакета, а именно, подсистема Simulink предназначена для имитационного моделирования исследуемых динамических систем и процессов. В состав этой подсистемы входит множество инструментов, один из которых непосредственно предназначен для формирования управляемой анимации в трехмерном виде. Причем основной фактор

удобства использования указанного средства состоит в том, что анимация исследуемого процесса несколько не мешает исследованиям, а лишь увеличит количество блоков в схеме модели. Этим инструментом является «3D Animation toolbox», подробно рассмотренным в статье [2] (в версиях MATLAB R2008 и ниже инструмент назывался «Virtual Reality toolbox»). В нем с помощью блоков, похожих на схемотехнику можно сформировать динамику любой системы или процесса и создать анимированную модель.

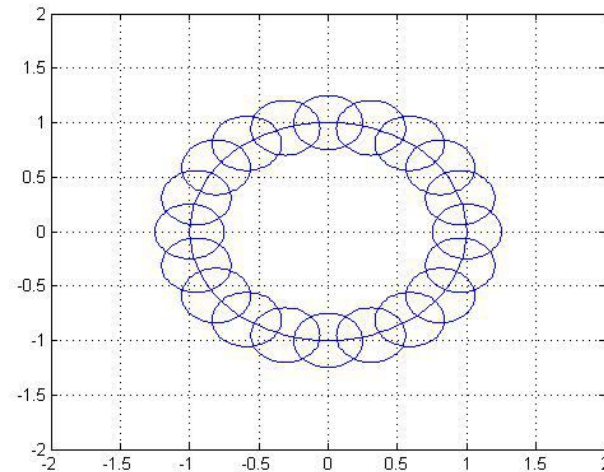


Рис. 3. Результат вращения окружности

Пусть задана математическая модель движения прыгающего мяча. Сформируем компьютерную модель движения мяча с помощью подсистемы Simulink с учетом последующего создания анимации, т.е. подключив инструмент «3D Animation toolbox». Компьютерная модель приведена на рис. 4.

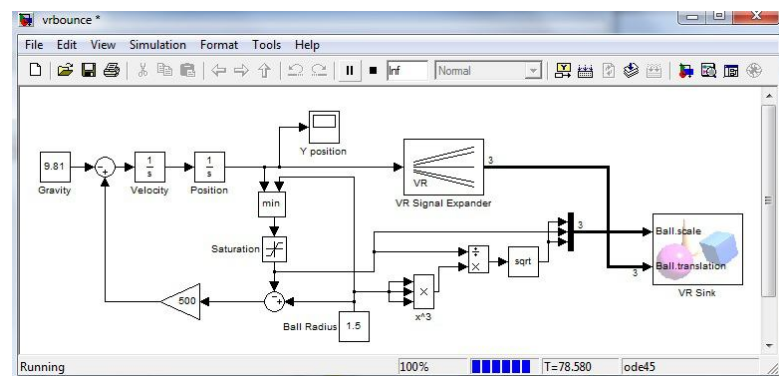


Рис. 4. Модель движения прыгающего мяча

График движения мяча со временем представляет собой следующий процесс, который приведен на рис. 5.

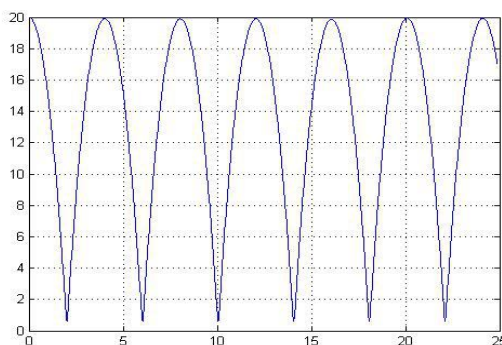


Рис. 5. Форма движения прыгающего мяча

Одновременно с графиками движения мяча создается окно с анимацией такого движения. Пример окна с анимацией представлен на рис. 6.

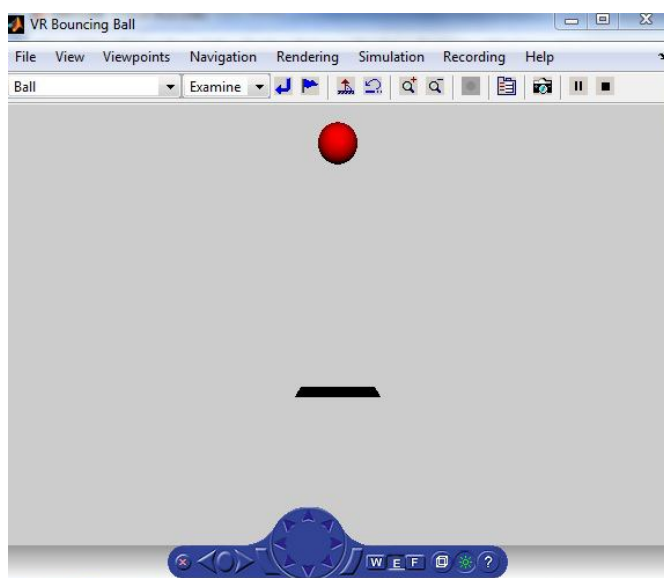


Рис. 6. Модель движения прыгающего мяча

Графическая поддержка среды Microsoft Visual Studio

Другой подход к формированию графической поддержки исследований предлагает использование среды программирования Microsoft Visual Studio. Здесь доступны различные языки программирования такие, как Visual Basic, C++, C#, Java, F# и другие.

Для формирования графических приложений в подобных средах разработки требуется подключение графических библиотек, таких как Direct3D (DirectX) или OpenGL/AL.

В статье уделим внимание технологии XNA Game Studio Framework [3] на языке C#, которая основана на использовании графической библиотеки DirectX. Указанная технология предназначена в основном для создания игровых приложений для персональных компьютеров, мобильных устройств и игровых приставок. Однако в нашем случае интересны

возможности данной среды формирования анимации и прочей графики.

Рассматриваемое средство достаточно удобно, поскольку изначально имеет графическое предназначение. Структура приложения (табл. 2) состоит из пяти групп, каждая из которых имеет свой набор правил и функциональность.

Табл. 2. Структура XNA приложения

№	Структура приложения	Предназначение блоков
1	<pre>Public Game1() {graphics = new GraphicsDeviceManager(this); Content.RootDirectory = "Content"; W = graphics.PreferredBackBufferWidth = 800; H = graphics.PreferredBackBufferHeight = 700; rect = new Rectangle(0, 0, 140, 140); }</pre>	Начальная инициализация используемых объектов
2	<pre>protected override void LoadContent() { spriteBatch = new SpriteBatch(GraphicsDevice); spaceTexture = Content.Load <Texture2D> ("quad"); }</pre>	Метод LoadContent загрузки текстур, моделей
3	<pre>protected override void Update(GameTime gameTime) { if (k.IsKeyDown(Keys.Escape)) this.Exit(); rect.Offset(dx*gameTime.ElapsedGameTime. Milliseconds / 10, dy*gameTime.Elapsed GameTime .Milliseconds / 10); if (rect.Left < 0) dx = Math.Abs(dx); if (rect.Top < 0) dy = Math.Abs(dy); if (rect.Right > Width) dx = -Math.Abs(dx); if (rect.Bottom > Height) dy = -Math.Abs(dy); base.Update(gameTime); }</pre>	Метод Update обработки нажатия клавиш и ограничения на движение
4	<pre>protected override void Draw(GameTime gameTime) { GraphicsDevice.Clear(Color.Cornsilk); spriteBatch.Begin(); spriteBatch.Draw(spaceTexture, rect, Color.White); spriteBatch.End(); base.Draw(gameTime); }</pre>	Метод Draw отрисовки объектов

Приведенная в таблице 2 структура кода программы осуществляет отрисовку квадратного объекта (рис. 7) и осуществляет его перемещение в

пространстве, но не позволяет выходить за границы допустимой области.

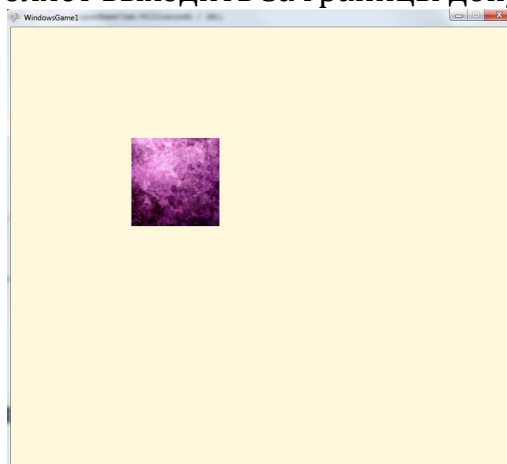


Рис. 7. Движение квадрата ударяющегося о границы области

Однако кроме создания анимации в XNA Framework можно создавать массивы данных или импортировать информацию из баз данных. Поэтому можно сказать, что указанная технология позволяет визуализировать данные. Например, можно из какой-либо базы данных сохранить данные, записать их в виде структуры, например, дерева данных и затем визуализировать с помощью предлагаемой среды. Пример такого приложения приведен на рис. 8.



Рис. 8. Графическое представление данных

Преимущества и недостатки средств графической поддержки

В качестве основного достоинства системы MATLAB-Simulink следует отметить возможность визуализации процесса и сопутствующих данных, непосредственно исследуемых в рамках рассматриваемой работы. Однако в системе имеются и недостатки. Наиболее заметный недостаток состоит в отсутствии обратной связи с графическим приложением в системе MATLAB и некоторые трудности при реализации обратной связи в подсистеме Simulink. В этих системах практически невозможно управлять с клавиатуры какой-либо анимацией.

Тем временем в среде разработки Visual Studio и ее графической подсистеме XNA Game Studio Framework возможность управления анимацией присутствует изначально, что является неоспоримым достоинством этой системы. Кроме того, получаемая анимация является отдельным самостоятельным приложением. Тем не менее, есть в системе и недостатки, в частности, это касается необходимости описания самих

объектов и физики их движения, т.е. здесь нет возможности воспользоваться готовой математической моделью, а придется все законы движения описывать сначала.

Заключение

Все рассмотренные средства графической поддержки могут быть успешно применены в различных ситуациях. Если нужно построить статические или динамические графики, то следует воспользоваться средствами системы MATLAB. Если необходимо посмотреть как будет вести себя динамическая система, описанная конкретной математической моделью, то можно прибегнуть к помощи подсистемы имитационного моделирования Simulink с ее графическим инструментом «3D Animation toolbox». В случае, если требуется создать самостоятельное графическое приложение с возможностью управления с клавиатуры, мышью или другим устройством ввода, тогда следует обратить внимание на среду разработки Microsoft Visual Studio вместе с XNA Game Studio Framework.

Литература

1. Веремей Е.И. Система MATLAB в учебном процессе для специалистов по теории управления и информационным технологиям. //Тр. Первой международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – М.:МАКС Пресс, 2005. – С. 516–523.
2. Лепихин Т.А. 3D-анимация на базе пакета Virtual Reality Toolbox. Труды V Международной научной конференции «Проектирование инженерных и научных приложений в среде MATLAB», Украина, Харьков, 2011. С. 397–403.
3. Kurt Jaegers XNA 4.0 Game Development by Example Beginner's Guide. Packt Publishing Ltd. ISBN: 978-1-84969-066-9, 2010, p. 428.

Задача уточнения результатов измерений путем согласования с априорными связями

Введение

Измеряемая информация в различных исследовательских задачах представляется в виде числовых рядов в массивах данных, записанных с некоторым шагом дискретизации по времени. Между измеряемыми переменными (числовыми рядами) часто существует априорная избыточность в виде имеющихся связей между ними (уравнений). Эта избыточность может быть использована для уточнения и корректировки измеренных данных, как указывается в работе [3].

Измеренные массивы данных геометрически должны находиться в некотором подмножестве, определяемом связями между имеющимися переменными. Например, множество значений трех переменных при отсутствии связей между ними составляет трехмерное пространство, наличие одной связи определяет уже такое двумерное подмножество как поверхность, а при двух связях одномерную линию пересечения двух поверхностей. Если значения некоторых измерений находятся за пределами подмножества, то перемещение таких точек в сторону этого подмножества, несомненно приблизит их значения к истинным.

Чаще всего связи между рядами переменных бывают представлены в виде алгебраических и дифференциальных уравнений. Последний вид связей требует более подробного рассмотрения. Геометрически общим решением обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ) первого порядка является семейство функций одной переменной. Из этого семейства можно выделить одну из функций $y(t)$ (частное решение), которое определяется как исходящее из некоторой начальной точки $\{t_0, y_0\}$ (задача Коши), или как удовлетворяющее значениям y_i при различных значениях t_i , чаще конечных (краевая задача).

Дальнейшее изложение посвящено выявлению дифференциальных связей, присутствующих в математической модели полета некоторого объекта и возможному подходу к разработке алгоритмов согласования измеренных данных с априорными дифференциальными связями.

Моделирование полета

При традиционном математическом моделировании движения некоторого объекта обычно предполагается, что составляющая его система материальных точек представляет собой твердое тело (недеформируемая конструкция). Поскольку расстояния между любыми точками твердого

тела сохраняются неизменными, то движение такой системы материальных точек, сводится к сумме двух движений:

- перемещение центра масс твердого тела (на вектор \mathbf{r})
- вращение точек тела вокруг центра масс (вокруг вектора угловой ориентации $\boldsymbol{\varphi}$)

Из теоретической механики известно [1], что в *инерциальной* (неускоренной) системе отсчета, которая находится в состоянии покоя, или движется равномерно и прямолинейно, уравнения движения твердого тела в векторной форме принимают наиболее простой вид. На практике чаще используются уравнения движения, записанные в проекционной системе координат (СК), которая уже не является инерциальной. Например, в СК, фиксированной относительно твердого тела, уравнение движения центра масс под действием суммарного вектора внешних сил \mathbf{F} и уравнение вращения вокруг центра масс под воздействием суммарного момента \mathbf{M} , для системы из k материальных точек с массами m_k , скоростями \mathbf{V}_k , на расстояниях $\overleftarrow{\mathbf{r}}_k$ от центра масс примут следующий вид:

$$\frac{d\mathbf{p}}{dt} + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{p} = \mathbf{F} \qquad \frac{d\mathbf{L}}{dt} + \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{L} = \mathbf{M} \qquad (1)$$

где $\mathbf{p} = \sum m_k \cdot \mathbf{V}_k$ – вектор количества движения системы точек

$\mathbf{L} = \sum \Delta \mathbf{r}_k \times m_k \mathbf{V}_k$ – вектор момента количества движения

$\boldsymbol{\omega}$ – вектор скорости вращения системы точек (или СК)

Для однозначного определения положения твердого тела, систему динамических уравнений (1) необходимо замкнуть кинематическими уравнениями, связывающими векторы движения \mathbf{V} и $\boldsymbol{\omega}$ этого тела (или подвижной СК) с векторами \mathbf{r} и $\boldsymbol{\varphi}$ его положения относительно инерциальной СК:

$$\frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{V} \qquad \frac{d\boldsymbol{\varphi}}{dt} = \boldsymbol{\omega} \qquad (2)$$

Если воспользоваться сведениями о регламентированных в ГОСТ 20058-80 [2] системах координат, на которые преимущественно проецируются векторные компоненты уравнений движения летательных аппаратов, то в качестве инерциальной системы отсчета следует выбрать систему координат связанную с поверхностью Земли, оси которой фиксированы относительно этой поверхности. Такая система отсчета участвует в суточном вращении Земли вокруг своей оси и в годовом вращении вокруг Солнца. Однако порядок перегрузок, обусловленных влиянием этих вращений, весьма мал, даже для гиперзвукового ВС. В качестве проекционной (неинерциальной), традиционно выбирается *связанная* СК, неподвижно фиксированная относительно движущегося тела.

Проекциями векторных компонентов уравнений (1) и (2) на оси указанных СК будут являться следующие 12 переменных (придерживаясь в дальнейшем обозначений стандарта ГОСТ 20058-80):

$V_{k_x}, V_{k_y}, V_{k_z}$ – проекции вектора \mathbf{V}_k земной скорости ВС

$\omega_x, \omega_y, \omega_z$ – проекции вектора ω скорости вращения ВС
на оси связанной СК;
 L, H, Z – проекции вектора \mathbf{r} положения ВС
на оси нормальной земной СК;
 ψ, ϑ, γ – проекции вектора ϕ угловой ориентации ВС
на промежуточные оси

Векторы \mathbf{p} и \mathbf{L} желательно определить как усредненные для всей совокупности точек объекта. Можно показать, что исходя из понятия центра масс, определяемого как $\mathbf{r} = \sum m_k \cdot \mathbf{r}_k / \sum m_k$ и используя фиксированное положение связанной СК, эти векторы приводятся к интегральному для всей недеформируемой системы точек виду [1]:

$$\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{V} \qquad \mathbf{L} = \mathbf{I} \cdot \boldsymbol{\omega} \qquad (3)$$

где m – общая масса системы материальных точек

\mathbf{V} – вектор абсолютной скорости центра масс

\mathbf{I} – тензор инерции

Для симметричного по оси Z объекта:

$$\mathbf{I} = \begin{pmatrix} I_x & -I_{xy} & 0 \\ -I_{yx} & I_y & 0 \\ 0 & 0 & I_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \int_m (y^2 + z^2) dm & -\int_m xy \cdot dm & 0 \\ -\int_m yx \cdot dm & \int_m (x^2 + z^2) dm & 0 \\ 0 & 0 & \int_m (x^2 + y^2) dm \end{pmatrix}$$

Здесь x, y, z – координаты точки dm в связанной СК

Внешние силы \mathbf{F} и моменты \mathbf{M} , составляющие правые части уравнений (5), должны включать в себя как минимум силу тяжести \mathbf{G} , силы и моменты от двигателей – \mathbf{P} и \mathbf{M}_p , а также от аэродинамического воздействия – \mathbf{R}_A и \mathbf{M} . Чтобы не загромождать выкладки, желательно отдельно выделить силу тяжести, заданную в нормальной СК – $\mathbf{G} = \{0, -mg, 0\}$, а остальные внешние силы и моменты представить в общем виде, обозначив их в соответствии с ГОСТ 20058-80 как:

$$\mathbf{R} = \mathbf{P} + \mathbf{R}_A \quad \text{и} \quad \mathbf{M}_R = \mathbf{M}_p + \mathbf{M}$$

При переходе к другому базису – новые значения координат вектора выражаются через старые путем их линейного преобразования (отображения). Наиболее приспособленным средством для линейных операций, является аппарат матричного исчисления, в котором наиболее важной является операция умножения матриц.

При выводе рабочих формул преобразований координат [3] необходимо отметить следующие особенности матричных операций:

1. В трехмерном пространстве три координаты (компоненты) x, y, z вектора могут быть представлены в виде матрицы-строки или матрицы-столбца. Линейное преобразование матрицы-столбца

соответствует умножению его справа на матрицу преобразования. Таким образом, матрица каждого последующего преобразования становится левым сомножителем. В случае матрицы-строки производится ее умножение слева уже на транспонированную матрицу преобразования, являющуюся уже правым сомножителем.

2. Неважно, в какой последовательности выполняется произведение матриц, однако важен их порядок в этом произведении. В общем случае произведение $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ не равно $\mathbf{B} \times \mathbf{A}$, вследствие чего важно четко соблюдать очередность выполнения поворотов.
3. Перемещение или поворот системы координат относительно неподвижного объекта эквивалентен переносу или повороту объекта относительно неподвижной СК в обратную сторону.
4. Желательно также выразить векторное произведение двух векторов, например \mathbf{a} и \mathbf{b} , через произведение матриц. Такую матрицу несложно подобрать, исходя из координатного определения векторного произведения:

$$\mathbf{a} \times \mathbf{b} = \begin{pmatrix} a_y \cdot b_z - a_z \cdot b_y \\ a_z \cdot b_x - a_x \cdot b_z \\ a_x \cdot b_y - a_y \cdot b_x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -a_z & a_y \\ a_z & 0 & -a_x \\ -a_y & a_x & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \\ b_z \end{pmatrix}$$

В результате преобразований и выкладок получена система ОДУ в компактной матричной форме, приведенная к виду, в котором в левых частях находятся только матрицы-столбцы производных:

Уравнения поступательного движения центра масс

$$\begin{pmatrix} dV_{kx}/dt \\ dV_{ky}/dt \\ dV_{kz}/dt \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 0 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} V_{kx} \\ V_{ky} \\ V_{kz} \end{pmatrix} + g \cdot \begin{pmatrix} -\sin \vartheta \\ -\cos \vartheta \cos \gamma \\ \cos \vartheta \sin \gamma \end{pmatrix} + \frac{1}{m} \cdot \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \\ R_z \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} dL/dt \\ dH/dt \\ dZ/dt \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \psi & 0 & \sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \psi & 0 & \cos \psi \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos \vartheta & -\sin \vartheta & 0 \\ \sin \vartheta & \cos \vartheta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & -\sin \gamma \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} V_{kx} \\ V_{ky} \\ V_{kz} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Уравнения вращения вокруг центра масс

$$\begin{pmatrix} d\omega_x/dt \\ d\omega_y/dt \\ d\omega_z/dt \end{pmatrix} = \frac{1}{(I_x I_y - I_{xy}^2)} \cdot \begin{pmatrix} I_y & I_{xy} & 0 \\ I_{xy} & I_x & 0 \\ 0 & 0 & \frac{(I_x I_y - I_{xy}^2)}{I_z} \end{pmatrix} \cdot \left\{ \begin{pmatrix} 0 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 0 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_x & -I_{xy} & 0 \\ -I_{xy} & I_y & 0 \\ 0 & 0 & I_z \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} M_{Rx} \\ M_{Ry} \\ M_{Rz} \end{pmatrix} \right\} \quad (6)$$

$$\begin{pmatrix} d\psi/dt \\ d\vartheta/dt \\ d\gamma/dt \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \frac{\cos \gamma}{\cos \vartheta} & -\frac{\sin \gamma}{\cos \vartheta} \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma \\ 1 & -\frac{\sin \vartheta \cos \gamma}{\cos \vartheta} & \frac{\sin \vartheta \sin \gamma}{\cos \vartheta} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{pmatrix} \quad (7)$$

Окончательно полученная система ОДУ имеет инвариантный вид, пригодный для описания баллистики движения любого твердого тела (транспортного средства) в проекциях на связанную систему координат. Различия между ними будут определяться только их массами, моментами инерции и действующими на них силами и моментами.

Согласование измерений

Искомым решением матричной системы ОДУ (4) – (7), является одно из его частных решений – вектор–функция $\mathbf{y}(t)$ с компонентами $\{V_x, V_y, V_z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, L, H, Z, \psi, \vartheta, \gamma\}$, определяемая их начальными значениями при $t = t_0$ – $\{V_{x0}, V_{y0}, V_{z0}, \omega_{x0}, \omega_{y0}, \omega_{z0}, L_0, H_0, Z_0, \psi_0, \vartheta_0, \gamma_0\}$. Можно сказать, что 12 дифференциальных связей, наложенных на 13-мерное пространство (плюс переменная t), определяют в нем одномерное подмножество в виде некоторой линии.

При наличии измерений всех 12 переменных (12 числовых рядов), алгоритм их связывания с 12 уравнениями определялся бы следующим естественным образом. Систему ОДУ 1-го порядка (4) – (7) можно записать в следующем векторном виде:

$$\frac{d\mathbf{y}}{dt} = \mathbf{f}(t, \mathbf{y}) \quad \text{или} \quad \mathbf{y}(t_k) = \mathbf{y}_0 + \int_{t_0}^{t_k} \mathbf{f}(t, \mathbf{y}) dt \quad (8)$$

где $\mathbf{y}(t_k)$ – значения вектор–функции $\mathbf{y}(t)$ в точках t_k

Измеренные значения вектора \mathbf{y}_k должны совпадать с полученными путем численного интегрирования – $\mathbf{y}(t_k)$ по формуле (8). В общем случае следует проводить интегрирование последовательно, порциями точек t_k . (например, воспользовавшись алгоритмом [5]).

Задача подбора (корректирования) значений \mathbf{y}_k , является прежде всего задачей оптимизации. В качестве критериев близости уточняемых значений вектора \mathbf{y}_k к точному решению системы ОДУ – $\mathbf{y}(t_k)$, могут служить следующие два, применяемых в вычислительной практике:

- метод коллокаций, состоящий в точном выполнении равенства нулю длины вектора невязки $\Delta\mathbf{y}_k = \mathbf{y}_k - \mathbf{y}(t_k)$ в точках t_k ($k = 0, 1, .. m$).
- метод наименьших квадратов, вытекающий из условия минимума суммы квадратов всех невязок на заданной системе точек t_k (суммы скалярных произведений векторов невязки):

$$\min_{\mathbf{y}_k} \sum_k (\Delta\mathbf{y}_k \cdot \Delta\mathbf{y}_k)$$

На практике все обстоит гораздо сложнее. Представления сил и моментов динамических уравнений (их сложность и полнота), включающих в себя как минимум силы и моменты от двигателя и аэродинамического воздействия, зависят от характера решаемой задачи. Построение достаточно полной и адекватной модели сил и моментов – чрезвычайно трудная задача.

Если использовать понятие перегрузки \mathbf{n} , которая представляет собой отношение вектора внешних сил к весу объекта

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{R}}{mg} \quad \text{отсюда} \quad \begin{pmatrix} R_x \\ R_y \\ R_z \end{pmatrix} = mg \cdot \begin{pmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{pmatrix},$$

то при наличии ее проекций в перечне измеряемых параметров, уравнения (4) следует привести к виду:

$$\begin{pmatrix} dV_{kx}/dt \\ dV_{ky}/dt \\ dV_{kz}/dt \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 0 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} V_{kx} \\ V_{ky} \\ V_{kz} \end{pmatrix} + g \cdot \begin{pmatrix} n_x - \sin \vartheta \\ n_y - \cos \vartheta \cos \gamma \\ n_z + \cos \vartheta \sin \gamma \end{pmatrix} \quad (9)$$

Из всех полученных матричных уравнений наиболее точными являются кинематические (5) и (7). В уравнениях (4) и (6) изначально заложена неопределенность из-за сложности и громоздкости описания действующих на объект сил и моментов. Поэтому в качестве дифференциальных связей в первую очередь следует задействовать кинематические уравнения (5) и (7), а также (9). От использования матричного уравнения (6), включающего в себя проекции вектора моментов, лучше отказаться.

Кроме того, некоторые из кинематических переменных вообще не измеряются, например, L , H , Z или выражаются опосредствовано через другие параметры (как ψ , ϑ , γ).

После решения этих вопросов, рассматриваемый подход к повышению точности оценивания измеренных координат и параметров движения ВС (или другого объекта) может найти применение в следующих задачах:

В задачах инерциальной навигации для уточнения вычисляемых параметров движения объекта в режиме реального времени.

При расследованиях летных происшествий для восстановления и уточнения записанных параметров движения ВС и предполагаемой траектории.

Литература

1. Халфман Р. Динамика: Пер.с англ. –М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. литер., 1972. – 568с.
2. ГОСТ 20058-80. Динамика летательных аппаратов в атмосфере. Термины, определения и обозначения. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 53 с.
3. Касьянов В.А. Моделирование полета: Монография. –К.: НАУ, 2004.– 400 с.
4. Митюков В.В., Извольский И.В. Методика преобразования координат при моделировании движения твердого тела. // Научно-технический журнал «Автоматизация процессов управления». – Ульяновск : НПО «Марс», 2010. – № 4 (22). – с. 16-21.
5. Митюков В.В. Унифицированный алгоритм дифференцирования и интегрирования дискретных числовых массивов. «Современные информационные технологии и ИТ-образование». Сборник докладов V междунар. научно-практич. конференции: учебно-методическое пособие. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. – М.: ИНТУИТ.РУ, 2010. – с. 509–513.

Периг А.В.,

Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА),
г. Краматорск, ст. преп.
olexander.perig@gmail.com

Голоденко Н.Н.,

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
доц.
nik_nik_Gold@mail.ru

Бойко И. И.

ДГМА, студент
bojkoiva@yandex.ru

О расчетной гидродинамической оценке влияния входной подвижной стенки штампа на кинематические особенности вязкого течения полимерного материала при равноканальном угловом прессовании

Аннотация

В рамках реализации учебного программного обеспечения для интенсификации научно-исследовательской студенческой работы будущих инженеров-металлургов и инженеров-химиков поставлена и численно решена краевая задача для уравнений Навье-Стокса в форме уравнений переноса вихря, моделирующая процесс равноканального углового прессования вязкой сплошной среды в угловом штампе с подвижной входной стенкой. Полученные численные результаты представлены в виде плоских и пространственных эпюр для линий тока, полей скоростей и напряжений. Разработанное программное обеспечение демонстрирует возможности гидродинамического моделирования и расширяет представления целевой аудитории о динамике процессов интенсивного деформирования материалов в металлургии и химической технологии.

Введение

К особенностям преподавания ВТУЗовского курса информатики для будущих инженеров-химиков и инженеров-металлургов можно отнести значительную интегрированность данной дисциплины с курсами прикладной математики, математического моделирования, реологии и механики сплошных сред на фоне непрерывного сокращения аудиторных часов, что обуславливает актуальность разработки учебного программного обеспечения, обеспечивающего связное изложение основных концепций всех упомянутых дисциплин. В качестве расчетного примера, иллюстрирующего особенности предлагаемого нами подхода, рассмотрим

задачу о равноканальном угловом прессовании (РКУП) материалов в постановке которой требуется рассчитать энергосиловые параметры данного технологического процесса при непрерывном перетекании материала из входного в выходные каналы углового штампа с одинаковой шириной канала [1]-[2]. При этом отметим недостаточную изученность в литературе ([1]-[2]) эффектов влияния подвижных стенок углового штампа на динамику процессов РКУП при деформировании полимерных материалов. В связи с этим представляется актуальной постановка и решение краевой задачи для уравнений Навье-Стокса в форме уравнений переноса вихря (УПВ), позволяющей выполнить гидродинамическую оценку эффекта влияния входной подвижной стенки углового штампа на кинематические особенности вязкого течения несжимаемой ньютоновской сплошной среды (рис. 1).

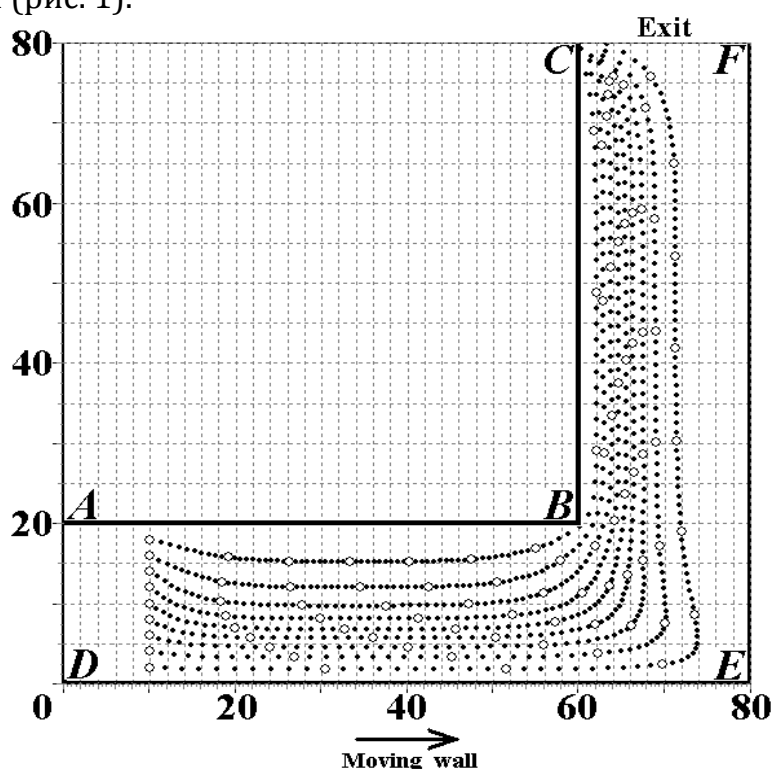


Рис. 1. Расчетное поле линий тока

Математическая модель технологического процесса

Построение гидродинамической модели процесса РКУП в равноканальном угловом штампе с подвижной входной стенкой DE свяжем с численным интегрированием краевой задачи для УПВ в безразмерной форме (рис. 1). Безразмерное УПВ может быть записано в виде ДУЧП II порядка $\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\mathbf{Re} \cdot (\frac{\partial(u\zeta)}{\partial x} + \frac{\partial(v\zeta)}{\partial y}) + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2}$; $\zeta = \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x}$, где ζ (рис. 2) и ψ (рис. 3) – безразмерные функции вихря и тока; u, v – безразмерные x -, y - проекции скорости w вязкого потока модели деформируемого материала (рис. 4); x, y – безразмерные координаты; \mathbf{Re} – число Рейнольдса; t – безразмерное время.

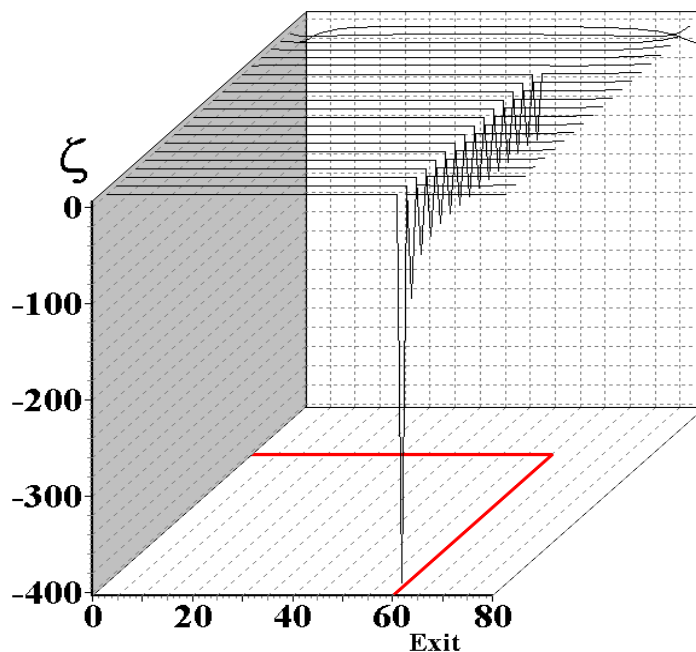


Рис. 2. Расчетное поле функции вихря

Поскольку рассматривается установившийся режим вязкого течения физической модели полимерного материала через прямоугольный угловой штамп $ABC-DEF$ с входной подвижной стенкой DE (рис. 1), то начальные условия для УПВ могут приниматься в виде грубого приближения к стационарному решению: $u^0_{ij}=0$; $v^0_{ij}=0$; $\zeta^0_{ij}=0$; $\psi^0_{ij}=0$.

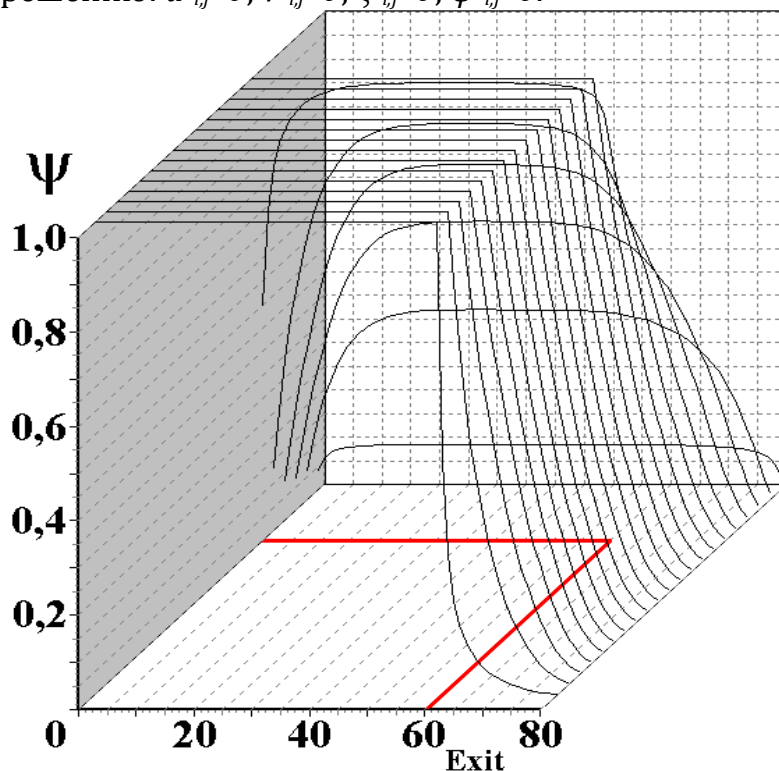


Рис. 3. Расчетное поле функции тока

Граничные условия для УПВ запишем с учетом физического явления прилипания вязкого материала к стенкам $ABC-DEF$ углового штампа при

РКУП (рис. 1): для левой границы потока ABC имеем узловые значения функции тока $\psi_{ij}=0$; для правой границы потока DEF $\psi_{ij}=1$; для участков стенок AB и EF узловые значения функции вихря $\zeta_{ij}=2\cdot(\psi_{ij-1} - \psi_{ij})/\eta^2$; для участка BC имеем $\zeta_{ij}=2\cdot(\psi_{i+1,j}-\psi_{ij})/\xi^2$; для участка подвижной стенки DE , движущегося со скоростью U_b , $\zeta_{ij}=2\cdot(\psi_{ij+1} - \psi_{ij} - \eta(U_b/U_0))/\eta^2$; для угловой точки E , лежащей в вершине вогнутого угла, $\zeta_{ij}=0$; для угловой точки B в разностном уравнении, записанном для узла $(i, j - 1)$, $\zeta_{ij}= 2\cdot\psi_{ij-1}/\eta^2$, а в разностном уравнении, записанном для узла $(i + 1, j)$, $\zeta_{ij}= 2\cdot\psi_{i+1,j}/\xi^2$; на входе AD : $\psi_{0,j}=\psi_{1,j}$, $u_{0,j}=u_{1,j}$, $v_{0,j}=0$; на выходе CF имеем: $\psi_{i,n}=\psi_{i,n-4} - 2\cdot\psi_{i,n-3}+\psi_{i,n-1}$, $\zeta_{i,n}=\zeta_{i,n-4} - 2\cdot\zeta_{i,n-3}+\zeta_{i,n-1}$, $u_{i,n}=0$; где ξ – безразмерный шаг координаты вдоль оси x ; η – безразмерный шаг координаты вдоль оси y ; i, j – номера ячеек конечноразностной сетки, причем i – вдоль оси x , j – вдоль оси y .

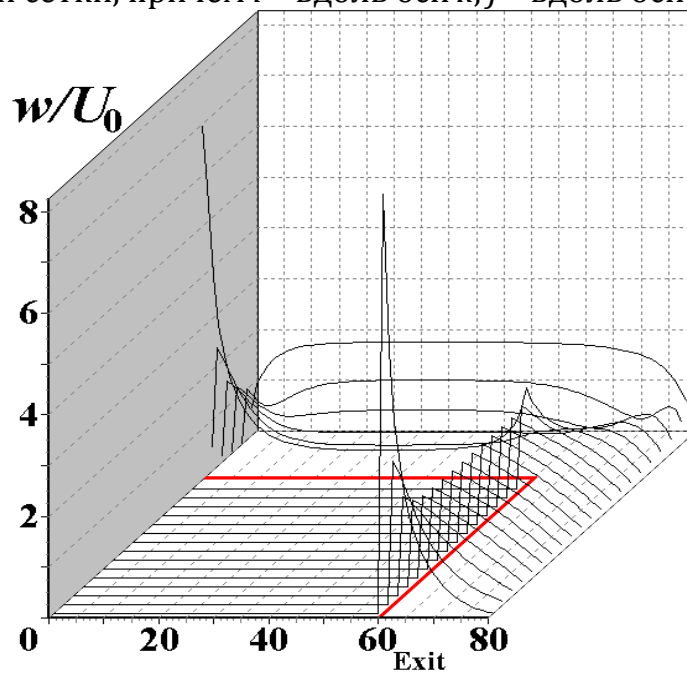


Рис. 4. Модуль относительной скорости вязкого потока

На рис.1 – рис.6 приведены результаты численного интегрирования УПВ с вышеприведенными начальными условиями для стационарного вязкого течения и граничными условиями для полного прилипания вязкого материала к стенкам углового штампа. При этом размерная характерная скорость прессования материала составляет $\underline{U}_0=270 \mu\text{m/s}$. Подвижная входная стенка DE штампа движется в направлении экструдированного вязкого потока со скоростью $\underline{U}_b=2\cdot\underline{U}_0$, вдвое большей характерной скорости потока \underline{U}_0 .

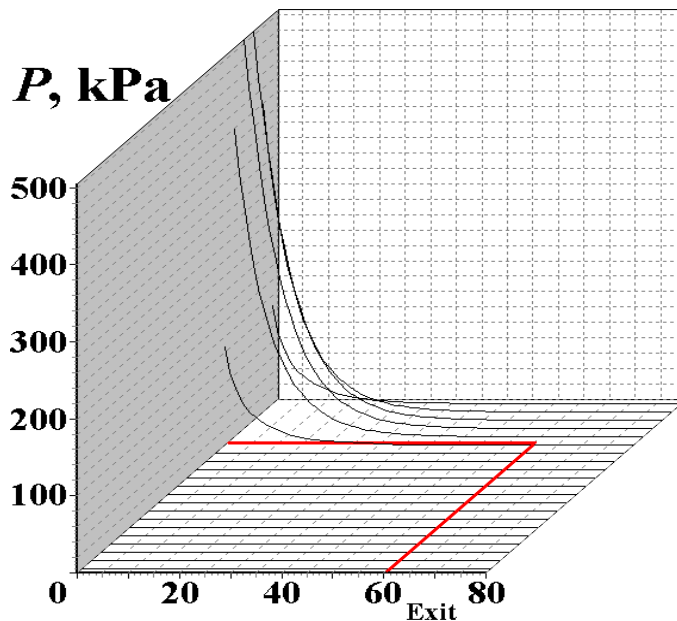


Рис. 5. Расчетное поле давления прессования

Расчетные эпюры на рис.1 – рис.6 определены для следующих числовых значений параметров: ширина каждого канала углового штампа $a=40 \text{ mm}$; плотность вязкой пластилиновой модели полимера $\rho=1850 \text{ kg/m}^3$; предел текучести пластилина $\sigma_s=217 \text{ kPa}$; удельные теплоемкость $c=1.004 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ и теплопроводность $\lambda=0.7 \text{ J/(m}\cdot\text{s}\cdot\text{K)}$; кинематическая вязкость $\nu_{vis}=0.073 \text{ m}^2/\text{s}$; число Рейнольдса для вязкой модели $Re = \frac{U_0 a}{\nu_{vis}} = 1.48 \cdot 10^4$. Число шагов координатной сетки по горизонтали 80, по вертикали – 100, шаг координаты 2 mm. Относительная погрешность итераций составляет 0,001.

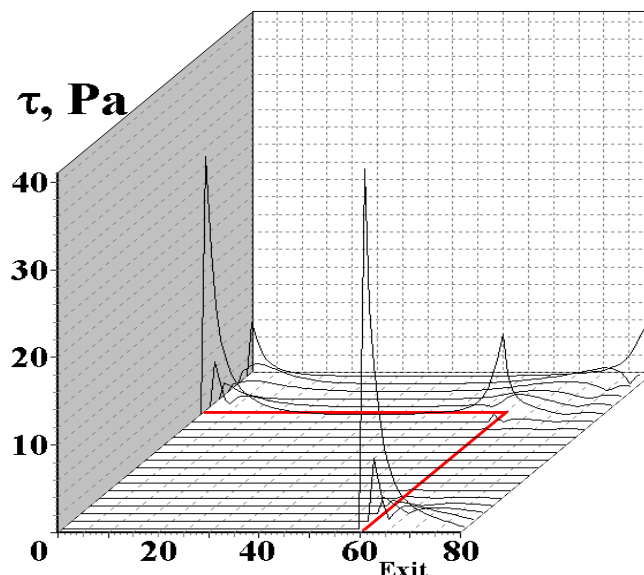


Рис. 6. Расчетное поле касательных напряжений

Обсуждение результатов численного моделирования

Неустойчивости решения, зарождающиеся на входной границе AD (рис. 1), распространяются вниз по потоку, а неустойчивости, зарождающиеся на выходной границе CF – вверх по потоку. Численное

решение УПВ даёт результаты, согласующиеся с физическим экспериментом, лишь в том случае, когда вход AD и выход CF потока находятся достаточно далеко от интересующей нас области $ABDE$, в идеале на бесконечности. Начальные точки для построения линий тока (рис. 1) берутся не у границы координатной сетки, соответствующей входу AD потока ($i = 0$), а на некотором расстоянии от неё с одинаковым шагом $a/10$ по вертикали. Точно так же следует отбросить ячейки сетки у выхода CF . Расчетные всплески на пространственных эпюрах на рис. 4 и рис. 6 показывают формирование физических зон интенсивной макроскопической ротации в объеме вязкого деформируемого континуума.

Выводы

В рамках разработки учебного программного обеспечения для организации научно-исследовательской студенческой работы будущих инженеров-металлургов и инженеров-химиков был предложен и реализован численный гидродинамический подход к анализу вязкого течения аморфного вязкого материала при РКУП через угловой штамп с подвижной входной стенкой DE . Предложенный алгоритм основан на численном конечноразностном решении краевых задач для уравнений Навье-Стокса в форме уравнений переноса вихря. Разработанный алгоритм описывает установившиеся плоские течения вязких несжимаемых ньютоновских жидкостей в угловых штампах с подвижной стенкой, а также корректно учитывает влияние входного и выходного каналов штампа. В рамках предложенного численного подхода учет наличия подвижной входной стенки DE углового штампа, движущейся параллельно направлению угловой экструзии со скоростью U_b , реализован в виде соответствующего граничного условия для данной стенки DE . Предложенное граничное условие содержит скорость U_b и записано для безразмерной функции вихря ζ , относящейся к узлам разностной сетки, принадлежащих подвижной стенке DE .

Разработанное программное обеспечение находит применение в рамках изложения общих и специализированных курсов классической механики, гидродинамики и математического моделирования для студентов металлургических и машиностроительных специальностей Донбасской государственной машиностроительной академии (ДГМА, г. Краматорск, Украина).

Литература

1. Периг А.В. О динамике вязкого течения аморфных материалов при равноканальном угловом прессовании // VIII Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов»: сборник материалов. М.: ИМЕТ РАН, 2011. С. 660–662.
2. Периг А.В., Голоденко Н.Н., Жбанков Я.Г. и др. Кинематические особенности вязкого течения аморфного материала при равноканальном многоугловом прессовании через двухповоротный прямоугольный штамп // Письма о материалах. 2011. Т. 1. № 4. С. 217-221.

О специальных многомерных сплайнах лагранжевого типа

1. Точки $x_0, x_1, \dots, x_n \in E^n$ такие, что векторы $\Delta x_1, \dots, \Delta x_n$ линейно независимы (где $\Delta x_j \doteq x_j - x_0$), порождают симплекс, который будем обозначать в виде $\langle x_0, x_1, \dots, x_n \rangle$.

Через $\{e_1, \dots, e_n\}$ обозначим стандартный базис в E^n . (Заметим, что векторы $\Delta x_1, \dots, \Delta x_n$ также образуют базис этого пространства.) Очевидно, квадратная матрица $X = (X_{kj})$ порядка n , состоящая из скалярных произведений $X_{kj} \doteq (e_k, \Delta x_j)$, обратима, то есть существует матрица $Y = (Y_{ik})$ такая, что $YX = E_n = XY$ (где E_n – это единичная матрица порядка n). Следовательно, для всех $i, j \in K$ справедливы равенства

$$\sum_{k \in K} Y_{ik} X_{kj} = \sum_{k \in K} Y_{ik} (e_k, \Delta x_j) = \delta_{ij}, \quad \sum_{i \in K} X_{ij} Y_{ik} = \sum_{i \in K} (e_i, \Delta x_j) Y_{ik} = \delta_{ij},$$

где $K \doteq \{1, \dots, n\}$, δ_{ij} – символ Кронекера. Для любого $i \in K$ определим функцию $\varphi_i(\xi) = \sum_{k \in K} Y_{ik} (e_k, \xi - x_0) = \delta_{ij}$, $\xi \in E^n$, и пусть $\varphi(\cdot) = 1 - \sum_{i \in K} \varphi_i(\cdot)$.

2. Через $\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_n$ обозначим барицентрические координаты точки $\xi \in E^n$ относительно вершин симплекса $S = \langle x_0, x_1, \dots, x_n \rangle$. Другими словами, если $N = \{0, 1, \dots, n\} = \{0\} \cup K$, то имеют место равенства $\sum_{i \in N} \mu_i = 1$ и $\sum_{i \in N} \mu_i x_i = \xi$. Легко показать, что $\varphi_i(\xi) = \mu_i$ для всех $i \in N$.

Как следствие, справедливы равенства

$$\xi = x_0 + \sum_{i \in K} \varphi_i(\xi) \Delta x_i, \quad \xi = x_0 + \sum_{i \in K} \varphi_i(\xi) x_i - \sum_{i \in K} \varphi_i(\xi) x_0 = \sum_{i \in N} \varphi_i(\xi) x_i.$$

Таким образом, барицентрические координаты точки $\xi \in E^n$ представляют собой совокупность чисел $(\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \dots, \varphi_n(\xi))$. В частности, $\varphi_i(x_j) = \delta_{ij}$ для всех $i, j \in N$ и, следовательно, $\varphi_i(\xi) = 0$ – это уравнение грани $\text{conv}\{x_k : k \in N \setminus \{i\}\}$ симплекса S .

3. Зафиксируем целое неотрицательное число m и введем в рассмотрение частично упорядоченное множество мультииндексов

$$N_m = N(m) = \left\{ \alpha = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n) : \alpha_i \in E, \alpha_i \geq 0, \sum_{i \in N} \alpha_i = m \right\},$$

где по определению полагаем $\alpha < \beta$, если $\alpha_i \leq \beta_i$ для всех $i \in K$ (очевидно, $\alpha_0 \geq \beta_0$). Справедливо равенство $\text{card } N_m = \binom{n+m}{m}$.

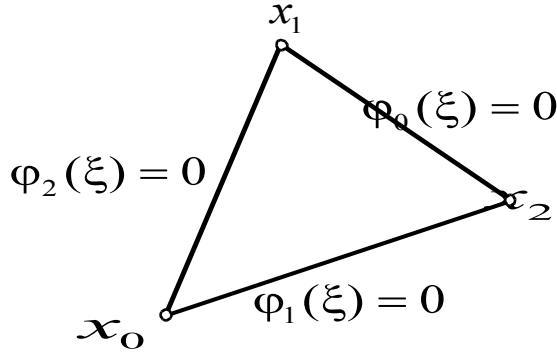


Рис. 1. Грани симплекса, $n=2$

Для любого $\alpha \in N_m$ полагаем по определению $x_\alpha = \frac{1}{m} \sum_{i \in N} \alpha_i x_i$. Очевидно, $x_\alpha \in \text{conv} \{x_i : i \in N\}$, а так как числа $\frac{1}{m} \alpha_i, i \in N$ – это барицентрические координаты точки x_α , то $\varphi_i(x_\alpha) = \frac{1}{m} \alpha_i$.

Полагаем, далее, $\varphi_k^{[0]}(\xi) \doteq 1$ и $\varphi_k^{[l]}(\xi) = \prod_{i=1}^l (m \varphi_k(\xi) + 1 - i)$ для всех $l \in E$.

Наконец, для любого $\alpha \in N_m$ полагаем $\varphi^\alpha(\xi) = \prod_{k \in N} \frac{1}{\alpha_k!} \varphi_k^{[\alpha_k]}(\xi)$. Другими словами, при $m \in E$ для любого $\alpha \in N_m$ справедливо представление

$$\varphi^\alpha(\xi) \doteq \prod_{k \in N: \alpha_k > 0} \frac{1}{\alpha_k!} \prod_{i=1}^{\alpha_k} (m \varphi_k(\xi) + 1 - i). \quad (1)$$

Зафиксируем мультииндексы $\alpha, \beta \in N_m$. Если $\alpha \neq \beta$, то легко показать, что $\varphi_k^{[\alpha_k]}(x_\beta) = 0$ для некоторого $k \in N$, поэтому $\varphi^\alpha(x_\beta) = 0$. Если же $\alpha = \beta$, то для всех $k \in N$ имеет место цепочка равенств

$$\varphi_k^{[\alpha_k]}(x_\beta) = \prod_{i=1}^{\alpha_k} (m \varphi_k(x_\beta) + 1 - i) = \prod_{i=1}^{\alpha_k} (\beta_k + 1 - i) = \prod_{i=1}^{\alpha_k} (\alpha_k + 1 - i) = \alpha_k!,$$

поэтому $\varphi^\alpha(x_\beta) = 1$. Таким образом, $\varphi^\alpha(x_\beta) = \delta_{\alpha\beta}$ для любых $\alpha, \beta \in N_m$.

Последнее обстоятельство позволяет легко доказать, что совокупность $\{\varphi^\alpha(\xi)\}_{\alpha \in N(m)}$ состоит из линейно независимых многочленов.

4. Через $P_m[\xi]$ обозначим конечномерное пространство полиномов переменной $\xi \in E^n$ степени не выше m . (Степенью монома $\xi^\alpha = \prod_{i \in K} \xi_i^{\alpha_i}, \alpha \in N_m$, называется сумма $|\alpha| = \sum_{i \in K} \alpha_i$, а степенью полинома – максимум из степеней его мономов. Совокупность таких мономов образует базис пространства $P_m[\xi]$, поэтому $\dim P_m[\xi] = \binom{n+m}{m}$.)

Очевидно, $\varphi^\alpha(\xi) \in P_m[\xi]$ для любого $\alpha \in N_m$, следовательно, совокупности $\{\xi^\alpha\}_{\alpha \in N(m)}$ и $\{\varphi^\alpha(\xi)\}_{\alpha \in N(m)}$, каждая из которых состоит ровно из $\binom{n+m}{m}$ линейно независимых функций, являются базисами в пространстве $P_m[\xi]$. Первый базис называем далее *стандартным*, а второй – *S-базисом*, подчеркивая его происхождение от симплекса S . В работе [1] приведены прямая и обратная матрицы перехода от стандартного базиса к

S-базису.

Теорема 1. Пусть заданы симплекс $S = \langle x_0, x_1, \dots, x_n \rangle$ и функция $F: E^n \rightarrow E$. В пространстве $P_m[\xi]$ существует ровно один полином P такой, что $P(x_\alpha) = F(x_\alpha)$ для всех $\alpha \in N_m$ (где $x_\alpha = \frac{1}{m} \sum_{i \in N} \alpha_i x_i$). Этот многочлен представим в виде

$$P(\xi) = \sum_{\alpha \in N(m)} F(x_\alpha) \varphi^\alpha(\xi). \quad (2)$$

Действительно,

$$P(x_\beta) = \sum_{\alpha \in N(m)} F(x_\alpha) \varphi^\alpha(x_\beta) = \sum_{\alpha \in N(m)} F(x_\alpha) \delta_{\alpha\beta} = F(x_\beta)$$

для всех $\beta \in N_m$, а единственность представления имеет место постольку, поскольку $\{\varphi^\alpha(\xi)\}_{\alpha \in N(m)}$ – это S-базис в $P_m[\xi]$.

Теорема в несколько иных терминах доказана в статье [2].

Следствие. Пусть $F: E^n \rightarrow E$ – это полином степени не выше m , то есть $F \in P_m[\xi]$, а $\{\varphi^\alpha(\xi)\}_{\alpha \in N(m)}$ – это S-базис, порожденный симплексом $S = \langle x_0, x_1, \dots, x_n \rangle$. Справедливо тождество

$$F(\xi) \equiv \sum_{\alpha \in N(m)} F(x_\alpha) \varphi^\alpha(\xi). \quad (3)$$

5. Зафиксируем функцию $F: E^n \rightarrow E$, индекс $r \in N$ и два симплекса $S = \langle x_0, x_1, \dots, x_n \rangle$, $S' = \langle x'_0, x'_1, \dots, x'_n \rangle$ такие, что $x_i = x'_i$ для всех $i \in N \setminus \{r\}$.

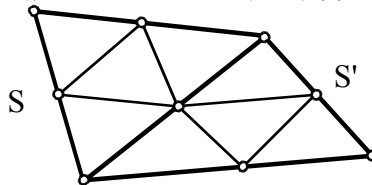


Рис. 2. Два смежных симплекса триангуляции, $n=2$, $m=2$

Симплексы порождают в пространстве $P_m[\xi]$ два базиса: S-базис $\{\varphi^\alpha(\xi)\}_{\alpha \in N(m)}$ и S'-базис $\{\varphi'^\alpha(\xi)\}_{\alpha \in N(m)}$. Как следствие, определены два полинома вида (2):

$$P(\xi) = \sum_{\alpha \in N(m)} F(x_\alpha) \varphi^\alpha(\xi) \text{ и } P'(\xi) = \sum_{\alpha \in N(m)} F(x'_\alpha) \varphi'^\alpha(\xi),$$

где использованы обозначения $x_\alpha = \frac{1}{m} \sum_{i \in N} \alpha_i x_i$ и $x'_\alpha = \frac{1}{m} \sum_{i \in N} \alpha_i x'_i$.

Значения полиномов $P(\cdot)$ и $P'(\cdot)$ совпадают на общей грани

$$\text{conv}\{x_i: i \in N \setminus \{r\}\} = \text{conv}\{x'_i: i \in N \setminus \{r\}\}.$$

Последнее утверждение предоставляет нам возможность осуществлять непрерывную стыковку полиномов вида (2), заданных на смежных симплексах. Данное обстоятельство позволяет аппроксимировать функции нескольких переменных сплайнами, построенными в соответствии с формулой (2) на произвольной триангулированной области.

6. В работах [3–5] получены точные формулы для коэффициентов и невязок оптимальных аппроксимирующих сплайнов простейших задач математической физики: для уравнения теплопроводности, для волнового уравнения и для уравнения переноса. Проиллюстрируем эти результаты на

примере уравнения переноса. При фиксированных $\gamma \neq 0$ и $\tau > 0$ в качестве приближенного решения задачи

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \gamma \frac{\partial u}{\partial \xi}, \quad u(0, \xi) = \phi(\xi), \quad \xi \in [0, 1], \quad u(t, 0) = \rho(t), \quad t \in [0, \tau],$$

предлагается использовать оптимальный сплайн задачи

$$J \doteq \left\| \frac{\partial u}{\partial t} - \gamma \frac{\partial u}{\partial \xi} \right\|_{L_2(\Pi)}^2 \rightarrow \min, \quad u \in \sigma_\omega(\Pi). \quad (4)$$

Через $\sigma_\omega(\Pi)$ (при фиксированном $\omega \in [-1, 1]$) обозначено конечномерное пространство, состоящее из предложенных лагранжевых сплайнов, зависящих от коэффициентов u_j , $j=1, \dots, N$ (через N обозначено число узлов), и определенных в прямоугольнике $\Pi = [0, \tau] \times [0, 1]$.

Пусть $n \doteq N-1$, $h \doteq 1/N$, $\theta \doteq \gamma \tau / h$, $\rho_0 \doteq \rho(0)$, $\rho_1 \doteq \rho(\tau)$. Полагаем далее, что $|\theta| > 1$, тогда $R = -[(1+\theta^2)\omega^2 - 4\theta\omega + 3\theta^2 - 1]/4 < 0$. Используем также обозначения $x \doteq \frac{1-R}{R}$, $\alpha \doteq \frac{1-R-\theta}{R}$, $\beta \doteq \frac{1-R+\theta}{R}$,

$$\phi_j \doteq \phi(jh), \quad u_j \doteq u(\tau, jh), \quad y_j \doteq u_j - \phi_j, \quad j = 0, 1, \dots, N, \quad (5)$$

$$w_j \doteq \frac{\theta}{R} (\phi_j - \phi_{j-1}), \quad j = 1, \dots, N, \quad W_k \doteq (1-\theta)w_k + (1+\theta)w_{k+1}, \quad k = 1, \dots, n.$$

Единственное решение u_j , $j=1, \dots, N$, задачи (4) порождается совокупностью чисел

$$\begin{cases} y_N = -\frac{1}{U_N(x) - \beta U_n(x)} \left(-B_{n1}(x) y_0 + \sum_{j=1}^n B_{nj}(x) W_j - (1-\theta) U_n(x) w_N \right), \\ y_k = \frac{1}{U_n(x)} \left(-B_{k1}(x) y_0 - B_{kn}(x) y_N + \sum_{j=1}^n B_{kj}(x) W_j \right), \quad k = 1, \dots, n \end{cases} \quad (6)$$

(согласно (5) коэффициенты u_j линейно вычислимы через значения y_j). Заметим еще, что оба знаменателя в (6) не равны нулю. В представлении использованы многочлены Чебышева, определяемые рекурсией: $U_{-1}(x) \doteq 0$, $U_0(x) \doteq 1$, $U_{k+1}(x) \doteq 2xU_k(x) - U_{k-1}(x)$, и полиномы

$$B_{ij}(x) \doteq (-1)^{i+j} \begin{cases} U_{i-1}(x) U_{n-j}(x), & \text{if } i \leq j \\ U_{j-1}(x) U_{n-i}(x), & \text{if } i \geq j \end{cases}, \quad i, j = 1, \dots, n.$$

Пусть вектор $\xi \doteq (\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_n)'$ состоит из граничных элементов

$$\xi_0 \doteq \tau \left(\frac{\rho_1 - \rho_0}{\tau} - \gamma \frac{\phi_1 - \phi_0}{h} \right), \quad \xi_i \doteq \gamma \tau \left(\frac{\phi_i - \phi_{i-1}}{h} - \frac{\phi_{i+1} - \phi_i}{h} \right), \quad i = 1, \dots, n,$$

а матрица $A(\omega) = (A_{ij}(\omega))$, $i, j = 0, 1, \dots, n$, состоит из элементов

$$A_{ij}(\omega) \doteq \frac{1}{R(\alpha\beta - 1)} \begin{cases} \delta_{i,j+1} + 2x\delta_{ij} + \delta_{i,j-1}, & \text{if } (i, j) \neq (0, 0), \\ \alpha, & \text{if } (i, j) = (0, 0). \end{cases}$$

(При $|\theta| > 1$ справедлива оценка $\alpha\beta - 1 > 0$.)

Теорема 2. Если $J_*(\omega)$ – это минимум функционала J в пространстве $\sigma_\omega(\Pi)$, то

$$J_*(\omega) = \frac{h}{2\tau} (A^{-1}(\omega)\xi, \xi) \quad (7)$$

при любых $\omega \in [-1, 1]$ и θ таких, что $|\theta| > 1$ (при любых $N > (\tau|\gamma|)^{-1}$). Имеет место точная формула для элементов матрицы $A^{-1}(\omega)$:

$$A_y^{-1}(\omega) = \frac{R(\alpha\beta - 1)}{U_N(x) - \beta U_n(x)} (-1)^{i+j} \begin{cases} (U_i(x) - \beta U_{i-1}(x)) U_{n-j}(x), & \text{if } i \leq j, \\ (U_j(x) - \beta U_{j-1}(x)) U_{n-i}(x), & \text{if } i \geq j. \end{cases}$$

Матрица $A(\omega)$ имеет простой спектр: $\lambda_0(\omega) < \lambda_1(\omega) < \dots < \lambda_n(\omega)$, причем $0 < \lambda_*(\omega) < \lambda_0(\omega)$ и $\lambda_n(\omega) < 2(1-2R)/(1-2R-\theta^2)$; мы полагаем $\lambda_*(\omega) = 2/(1-2R-\theta^2)$ при $\theta < -1$ и $\lambda_*(\omega) = 1/(1-R+\theta)$ при $\theta > 1$. (Оба знаменателя положительны.)

Теорема 3. Если $\bar{\omega} \doteq 2\theta/(1+\theta^2)$, то

$$\max_{\omega \in \mathbb{Q}[-1,1]} \lambda_0(\omega) = \lambda_0(\bar{\omega}) \quad \text{и} \quad \max_{\omega \in \mathbb{Q}[-1,1]} \lambda_*(\omega) = \lambda_*(\bar{\omega}).$$

Таким образом, для решения задачи (4) имеет место точная формула (6) (следует лишь пересчитать коэффициенты u_j через значения y_j). Мы имеем также точную формулу (7) для минимума функционала (4). Следовательно, для любого $\varepsilon > 0$ имеется возможность решить неравенство $J_*(\omega) < \varepsilon$ и получить априори достаточное число узлов N . Более того, для этой цели имеется возможность решить неравенства

$$\frac{h}{2\tau} \frac{1}{\lambda_0(\omega)} \|\xi\|^2 < \varepsilon \quad \text{или} \quad \frac{h}{2\tau} \frac{1}{\lambda_*(\omega)} \|\xi\|^2 < \varepsilon.$$

В вычислениях используется параметр $\bar{\omega} \doteq 2\theta/(1+\theta^2)$.

Литература

1. Родионов В.И. О применении специальных многомерных сплайнов произвольной степени в численном анализе // Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки. 2010. № 4. С. 146–153.
2. Nicolaidides R.A. On a class of finite elements generated by Lagrange interpolation // SIAM J. Numer. Anal. 1972. № 9. P. 435–445.
3. Родионов В.И., Родионова Н.В. Точные формулы для коэффициентов и невязки оптимального аппроксимирующего сплайна простейшего уравнения теплопроводности // Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки. 2010. № 4. С. 154–171.
4. Родионова Н.В. Точные формулы для коэффициентов и невязки оптимального аппроксимирующего сплайна простейшего волнового уравнения // Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьют. науки. 2012. № 1. С. 144–154.
5. Родионов В.И. Точные формулы для коэффициентов и невязки оптимального аппроксимирующего сплайна простейшего уравнения переноса // Материалы IV международной научной конференции «Современные проблемы прикладной математики, теории управления и математического моделирования (ПМТУММ-2011)». Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011. С. 252–253.

Романчук С. П.,

ЭТИ (филиал) СГТУ, ассистент
romanchuk_serгей@bk.ru

Терин Д.В.

ЭТИ (филиал) СГТУ, к.ф.-м.н., доцент
terinden@mail.ru

Математическое моделирование композитных сред

В текущее время интерес к изучению нанокompозитных сред с каждым годом растет. Это обусловлено тем, что постоянно нарастает потребность в новых материалах с заданными электрофизическими свойствами. Нанокompозитные среды являются базой для разработки новых материалов, т.к. свойства композита могут кардинально отличаться от свойств его компонент. Экспериментальные данные демонстрируют ранее не известные зависимости физических свойств наноматериалов от геометрической формы и размеров частиц. Одной из проблем проектирования материалов с необходимыми свойствами является отсутствие необходимых программных инструментов. В этой статье рассматривается структура узкоспециализированного программного комплекса, при помощи которого осуществляется возможность проектирования композитных сред и прогнозировать их свойства с наперед заданными свойствами компонент. Для разработки программного комплекса были проанализированы некоторые модели комплексной диэлектрической проницаемости гетерогенных дисперсных систем.

Бинарная система, имеющая слоистую структуру (теория Максвелла)

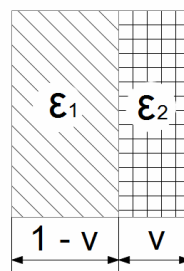


Рис. 1. Бинарная система

В набор математических моделей программного комплекса входит бинарная система, имеющая слоистую структуру (рис. 1).

Общая формула:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2}{\varepsilon_1 + v \cdot (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)} \quad (1)$$

где ε – комплексная диэлектрическая проницаемость композита,
 ε_1 – комплексная диэлектрическая проницаемость первого элемента,
 ε_2 – комплексная диэлектрическая проницаемость второго элемента,
 v – объемная доля второго компонента.

Разбавленные дисперсные системы сферических частиц (теория Вагнера)

Вагнер предложил теорию поляризации поверхности раздела для дисперсной системы, в которой сферические частицы равномерно распределены в дисперсной среде (система разбавлена). В данной теории рассматривается в среде с комплексной диэлектрической проницаемостью ε_m некоторая сферическая область R_0 , содержащая N маленьких сфер с радиусом R_c и комплексной диэлектрической проницаемостью ε_p (рис. 2).

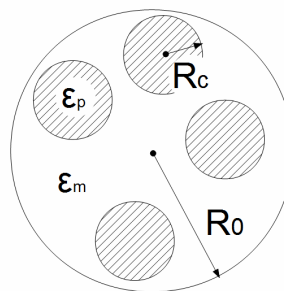


Рис. 2. Разбавленные дисперсные системы сферических частиц
 Общая формула:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_m \cdot 2\varepsilon_m + \varepsilon_p - 2V(\varepsilon_m - \varepsilon_p)}{2\varepsilon_m + \varepsilon_p + V(\varepsilon_m - \varepsilon_p)} \quad (2)$$

где ε – комплексная диэлектрическая проницаемость композита,
 ε_m – комплексная диэлектрическая проницаемость среды,
 ε_p – комплексная диэлектрическая проницаемость фазы,
 V – объемная доля второго компонента.

$$V = \frac{R_c^3}{R_0^3} N \quad (3)$$

где R_c – радиус частиц,
 R_0 – радиус рассматриваемой области,
 N – количество частиц на рассматриваемую область.

Теория эффективной среды.

Важную роль в физике нанокомпозитных сред играет так называемая модель эффективной среды. Суть этой модели состоит в том, что ансамбль нанокластеров можно рассматривать как некую новую среду с эффективной диэлектрической проницаемостью. Очевидным преимуществом данного подхода является то, что в его рамках для анализа распространения излучения в нанокомпозитной среде нет необходимости решать уравнения Максвелла в каждой точке пространства. Как правило, в

модели эффективной среды для оптических задач пользуются электростатическим приближением, условием которого является малость как размера наночастиц, так и расстояния между ними по сравнению с длиной оптической волны в среде. В противном случае неизбежно встает задача рассеяния на составляющих нанокompозитную среду частицах и интерференции рассеянных волн. В рамках модели эффективной среды мы можем, зная оптические параметры каждого из компонентов композитной среды, а также их концентрацию и геометрическую форму, определить эффективные параметры всей среды как целого [1].

Общая формула:

$$p\alpha = \frac{\varepsilon_s(3\varepsilon_c + (\alpha - 1)(\varepsilon_c + 2\varepsilon_s)) - \varepsilon_{eff}(3\varepsilon_s + (\alpha - 1)(\varepsilon_c + 2\varepsilon_s))}{2\varepsilon_{eff}((\alpha - 1)\varepsilon_c + 2(\alpha + 1)\varepsilon_s) + \varepsilon_s((\alpha + 2)\varepsilon_c + 2(\alpha - 1)\varepsilon_s)} + (1 - p\alpha) \frac{\varepsilon_g - \varepsilon_{eff}}{\varepsilon_g + 2\varepsilon_{eff}} \quad (4)$$

где ε_{eff} – комплексная диэлектрическая проницаемость композита,

ε_c – комплексная диэлектрическая проницаемость ядра,

ε_p – комплексная диэлектрическая проницаемость оболочки,

ε_g – комплексная диэлектрическая проницаемость газа,

p – объемная доля второго фазы,

$\alpha = D^3 d^{-3}$, d и D – диаметры ядра и наночастицы.

$$\varepsilon_c = \varepsilon'_c + i\varepsilon''_c, \varepsilon_p = \varepsilon'_p + i\varepsilon''_p \quad (5)$$

После подстановки (5) в (4), мы получаем алгебраическое каноническое уравнение с комплексными коэффициентами $A_i = a_i + jb_i$:

$$a_0 = 2\varepsilon_g \varepsilon_s' \varepsilon_c' - 2\varepsilon_g \varepsilon_s'' \varepsilon_c'' + \varepsilon_g \alpha \varepsilon_c' \varepsilon_s' - \varepsilon_g \alpha \varepsilon_c'' \varepsilon_s'' + 2\varepsilon_g \alpha (\varepsilon_s')^2 - 2\varepsilon_g \alpha (\varepsilon_s'')^2 - 2\varepsilon_g (\varepsilon_s'')^2 + 2\varepsilon_g (\varepsilon_s'')^2$$

$$a_1 = -2\alpha (\varepsilon_s')^2 - 2(\varepsilon_s'')^2 - 6p\alpha (\varepsilon_s')^2 + 6p\alpha (\varepsilon_s'')^2 + 6p\alpha 2(\varepsilon_s')^2 - 6\alpha 2(\varepsilon_s'')^2 + 2(\varepsilon_s')^2 - 2\varepsilon_s' \varepsilon_c' + 2\varepsilon_s'' \varepsilon_c'' + 3p\alpha^2 \varepsilon_s' \varepsilon_c' - 3p\alpha^2 \varepsilon_s'' \varepsilon_c'' + 6p\alpha \varepsilon_s' \varepsilon_c' - 6p\alpha \varepsilon_s'' \varepsilon_c'' - \alpha \varepsilon_c' \varepsilon_s' + \alpha \varepsilon_c'' \varepsilon_s'' + 2\varepsilon_g \alpha \varepsilon_c' + 4\varepsilon_g \alpha \varepsilon_s' + 2\alpha (\varepsilon_s'')^2 - p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_s' \varepsilon_c' + p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_s'' \varepsilon_c'' - 2p\alpha^2 \varepsilon_g (\varepsilon_s')^2 + 2p\alpha^2 \varepsilon_g (\varepsilon_s'')^2 - p\alpha \varepsilon_g (\varepsilon_s')^2 + p\alpha \varepsilon_g (\varepsilon_s'')^2 + p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_s' \varepsilon_c' - p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_s'' \varepsilon_c'' - 2\varepsilon_g \varepsilon_c' + 2\varepsilon_g \varepsilon_s' - 2p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_c' - 4p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_s' + 2p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_c' - 2p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_s';$$

$$a_2 = 2\varepsilon_c' - 2\varepsilon_s' - 2p\alpha (\varepsilon_s')^2 + 2p\alpha (\varepsilon_s'')^2 - 4p\alpha^2 (\varepsilon_s')^2 + 4p\alpha^2 (\varepsilon_s'')^2 + 2p\alpha^2 \varepsilon_c' + 4p\alpha^2 \varepsilon_s' - 2p\alpha \varepsilon_c' + 2p\alpha \varepsilon_s' - 2\alpha \varepsilon_c' - 4\alpha \varepsilon_s' - 2p\alpha^2 \varepsilon_s' \varepsilon_c' + 2p\alpha^2 \varepsilon_s'' \varepsilon_c'' + 2p\alpha \varepsilon_s' \varepsilon_c' - 2p\alpha \varepsilon_s'' \varepsilon_c'';$$

$$b_0 = \varepsilon_g \varepsilon_c' \varepsilon_s'' - 4\varepsilon_g \varepsilon_s'' \varepsilon_s' + 2\varepsilon_g \varepsilon_c'' \varepsilon_s' + 2\varepsilon_g \varepsilon_s'' \varepsilon_c' + 4\varepsilon_g \varepsilon_s'' \varepsilon_s' + \varepsilon_g \varepsilon_c'' \varepsilon_s';$$

$$b_1 = 4\varepsilon_s'' \varepsilon_s' - 2\varepsilon_c'' \varepsilon_s' - 2\varepsilon_s'' \varepsilon_c' - 2\varepsilon_g \varepsilon_c'' + 2\varepsilon_g \varepsilon_s'' + p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_s' \varepsilon_c'' + p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_s'' \varepsilon_c' - p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_s' \varepsilon_c'' - p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_s'' \varepsilon_c' - \alpha \varepsilon_c'' \varepsilon_s' - \alpha \varepsilon_c' \varepsilon_s'' - 4\alpha \varepsilon_s'' \varepsilon_s' - 4p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_s' \varepsilon_s'' - 2p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_s' \varepsilon_s'' + 2\varepsilon_g \alpha \varepsilon_c'' + 4\varepsilon_g \alpha \varepsilon_s'' - 2p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_c'' + 2p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_c'' - 4p\alpha^2 \varepsilon_g \varepsilon_s'' - 2p\alpha \varepsilon_g \varepsilon_s'' + 3p\alpha^2 \varepsilon_s' \varepsilon_c'' + 3p\alpha^2 \varepsilon_s'' \varepsilon_c' - 12p\alpha \varepsilon_s' \varepsilon_s'' + 6p\alpha \varepsilon_s' \varepsilon_c'' + 12p\alpha^2 \varepsilon_s'' \varepsilon_s' + 6p\alpha \varepsilon_s'' \varepsilon_c';$$

$$b_2 = -2\alpha \varepsilon_c'' - 4\alpha \varepsilon_s'' + 2\varepsilon_c'' - 2\varepsilon_s'' - 4p\alpha \varepsilon_s' \varepsilon_s'' - 2p\alpha^2 \varepsilon_s' \varepsilon_c'' - 2p\alpha^2 \varepsilon_s'' \varepsilon_c' - 8p\alpha^2 \varepsilon_s' \varepsilon_s'' + 2p\alpha^2 \varepsilon_c'' - 2p\alpha \varepsilon_c'' + 4p\alpha^2 \varepsilon_s'' + 2p\alpha \varepsilon_s'' + 2p\alpha \varepsilon_s' \varepsilon_c'' + 2p\alpha \varepsilon_s'' \varepsilon_c'.$$

В программном комплексе использованы методы решения полиномиальных уравнений с комплексными переменными: модифицированный метод «обруча», Дженкинса – Трауба, Дюран – Кернера, Аберта – Эрлиха.

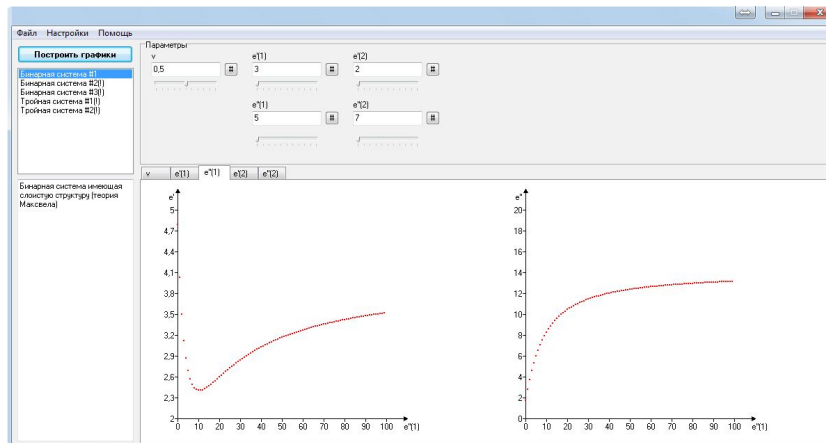


Рис. 3. Основное окно программного комплекса

Программный комплекс позволяет исследовать диэлектрическую проницаемость композитной среды на основе введенных значений свойств компонент материала. Таких, как диэлектрическая проницаемость каждого компонента, объемная доля каждого компонента, форма и размер частиц. Имеется возможность указывать интервал значений свойств среды. Таким образом, при изучении диэлектрической проницаемости бинарной композитной среды имеющую слоистую структуру, система вычисляет в среднем около 1000 полиномиальных уравнений с комплексными переменными.

Детально исследован модифицированный метод «обруча», который позволяет за небольшое количество итераций вычислять корни полиномиальных уравнений n -степени с комплексными переменными. Принцип работы метода опирается на тот факт, что $f(z)$ – аналитическая во всей комплексной плоскости функция, и на принцип максимума модуля аналитической функции.

$$f(z) = a_0 z^n + a_1 z^{n-1} + \dots + a_n, (a_0 \neq 0) \quad (6)$$

В общих чертах алгоритм выглядит так: для начала фиксируются несколько величин: начальный угол α ($0 \leq \alpha < 2\pi$), начальный шаг h ($0 < h < 2\pi/3$), «точность» вычислений E ($E > 0$). Далее в комплексной плоскости строится окружность с центром в $O(E_0, R)$, центр окружности на первом шаге работы алгоритма находится в центре координат, а радиус задается как параметр.

На следующем этапе на обруче фиксируется некоторое количество точек $N = 360 / h$. В каждой зафиксированной точке вычисляется значение модуля многочлена $f(z)$, таким образом получаем набор значений F_i ($i = 0, N$). Далее находим наименьший индекс s такой, что $F_s \leq F_i$ ($i = 0, N$), и если $s = 0$, то радиус обруча уменьшаем вдвое, иначе центр обруча перемещаем в точку с индексом s , а радиус увеличиваем вдвое. Далее если $R < E$, то объявляем центр обруча корнем, иначе продолжаем спуск.

h	α											
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
1	78	76	74	82	74	70	72	70	78	88	66	66
5	60	60	64	70	72	62	72	64	62	66	66	60
35	78	66	60	64	78	84	74	76	70	70	60	78
65	66	54	68	56	62	104	64	70	54	70	62	80
95	60	60	82	68	76	62	90	64	64	70	68	54
125	34	34	64	66	74	66	38	38	80	70	70	62
155	34	64	62	72	66	76	42	58	74	62	62	52
185	34	34	34	34	34	34	54	38	36	36	36	58
215	34	34	34	34	34	34	54	38	36	36	36	60
245	34	34	34	34	34	34	54	38	36	36	36	56
275	34	34	34	34	34	34	54	60	36	36	36	56
305	34	34	34	34	34	34	54	60	36	36	36	56
335	34	34	34	34	34	34	54	62	36	36	36	70
360	34	36	36	38	36	36	36	36	36	36	36	34

Рис. 4. Статистика итераций при различных параметрах алгоритма

Таким образом, можно увидеть, что основными параметрами алгоритма является начальный угол α , шаг h и начальный радиус, а также точность вычислений.

Были проведены подсчеты производительности алгоритма при различных начальных значениях $0 < h < 360$, $0 < \alpha < 360$ (рис. 4). Значениями таблицы является среднее количество итераций алгоритма. Из таблицы видно, что минимальное количество итераций выполняется при значениях: $185 < h < 360$ и $0 < \alpha < 150$

Литература

1. Buchelnikov V.D. Heating of metallic powders by microwaves: experiment and theory./ V.D.Buchelnikov, D.V.Louzguine-Luzgin, G. Xie, S. Li, N. Yoshikawa, M. Sato, A.P. Anzulevich, I.V. Bychkov, A. Inoue // J. Applied Physics, 2008, 104, P. 113505-1-113505-10.
2. Биленко Д.И. Электродинамические свойства неупорядоченных сред/Д.И.Биленко, Ю.Н. Галишникова, Е.И. Хасина и др. // Физика полупроводников и полупроводниковая электроника. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1986. С.32-51.
3. Биленко Д.И. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Плазменный резонанс свободных носителей заряда в полупроводниках. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1999. 44 с.
4. O. Aberth, Iteration methods for finding all zeros of a polynomial simultaneously. MATHEMATICS OF COMPUTATION, 1973, pp. 339 – 344.

Синицын И.Н.,

ИПИ РАН, начальник отдела
sinitsin@dol.ru

Шаламов А.С.,

ИПИ РАН, консультант
a-shal5@yandex.ru

Корепанов Э.Р.,

ИПИ РАН, зав. сектором
ekorepanov@ipiran.ru

Агафонов Е.С.

ИПИ РАН, н.с.
eagafonov@ipiran.ru

Опыт создания и обучения средствам интегрированной логистической поддержки изделий наукоемкой продукции в среде MATLAB

В настоящее время наметилась тенденция увеличения темпа развития систем компьютерной математики (СКМ) в целом [1,2]. Некоторые СКМ, например MathCad, Maple и MATLAB, развивались настолько быстро, что их новые версии выходили ежегодно, а иногда и более часто. Наряду с положительными моментами (быстрое обновление систем и рост их функциональности) это имеет и отрицательные моменты - некоторые версии систем выходят довольно сырыми, замеченные в предшествующих версиях недостатки и недоделки вовремя не устраняются, в новые версии вносится мало действительно новых возможностей, затрудняется выпуск литературы по новым версиям. Наиболее популярны СКМ, изначально ориентированные на решение задач в образовательной сфере и мощные СКМ для выполнения серьезных расчетов и на реализацию математического моделирования сложных систем и устройств.

Несколько необычной кажется большая и постоянно растущая популярность мощной матричной системы MATLAB, явно ориентированной на численные вычисления и впитавшей в себя все возможности матричных вычислений, созданные за полвека. Как и в MathCad, в MATLAB есть ограниченные возможности аналитических вычислений с помощью пакета расширения SymbolicMath Toolbox с встроенным ядром символьных вычислений системы Maple (а в последних реализациях еще и MuPAD). Несомненно, большой популярности MATLAB способствовали тщательно

отработанные со времен создания больших ЭВМ методы матричных вычислений для матриц больших размеров и наличие одного из лучших пакетов блочного математического имитационного моделирования Simulink.

В технологии проведения научных расчетов СКМ стали своего рода суперкалькуляторами, практически мгновенно решающими сложные уравнения, вычисляющие интегралы и производные, строящими графики любых функций и т.д. В новейших реализациях MATLAB появились средства моделирования электрических и электронных цепей и схем с применением физических моделей компонентов и моделей, применяемых в программах схемотехнического моделирования PSPICE.

MATLAB стала признанным во всем мире средством и языком решения научно-технических вычислений и осуществления визуально-ориентированного блочного математического моделирования различных явлений, систем и устройств.

В [3] был дан обзор работ ИПИ РАН в области стохастических информационных технологий научных исследований в среде MATLAB.

Рассматриваемые СКМ находят успешное применение не только в научной и образовательной сфере, но и в финансово-промышленном секторе. Практически все крупные, территориально распределенные организации рано или поздно сталкиваются с необходимостью построения учетно-аналитических информационных систем для грамотного управления и оптимизации распределения и расходования своих ресурсов. При реализации таких систем приходится осуществлять сбор большого объема разнородной информации в некоторой центральной подсистеме, выполнять статистическую обработку данных, вычислять различные аналитические показатели текущего состояния, строить прогнозы дальнейшего развития, осуществлять визуализацию полученных результатов.

Если MATLAB ориентирован на объемные численные вычисления с матрицами, то система управления базами данных (СУБД) Oracle занимает лидирующие позиции в тех случаях, когда необходимо осуществлять хранение и быструю обработку очень больших объемов информации. Совместное использование MATLAB и СУБД Oracle для построения описываемых информационных систем позволяет получать удачные и надежно работающие решения в данной области.

В начале 2012 года вышла книга [3]. В ней дается систематическое изложение теоретических основ одного из новейших направлений в области экономики послепродажного обслуживания изделий наукоемкой продукции (ИНП) длительного использования – интегрированной логистической поддержки. Приводятся также результаты работ, выполненных в институте проблем информатики Российской академии наук в рамках Программы «Информационные технологии и анализ сложных систем» Отделения нанотехнологий и информационных

технологий РАН.

Интегрированная логистическая поддержка (ИЛП) – это система научно-исследовательских, проектно-конструкторских, организационно-технических, производственных и информационно-управленческих технологий, средств и практических мероприятий, используемых (применяемых) в течение жизненного цикла ИМП, направленных на достижение минимальных затрат по обслуживанию и ремонту ИМП при обеспечении требуемых характеристик и показателей функционального качества и технической готовности продукции при ее эксплуатации.

Излагаемые новые научные подходы позволяют кардинально реформировать традиционные системы создания и эксплуатации ИМП путем внедрения методов рационального и, по возможности, оптимального управления процессами расходования временных, материальных, трудовых и др. ресурсов на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) изделий по критериям экономической целесообразности и эффективности.

Первыми на этот путь вступили западные страны, когда в 90-ых годах XX века были резко сокращены бюджеты военных ведомств, что вынудило их искать возможности экономии финансовых ресурсов, сохраняя при этом основные показатели обороноспособности. Были выработаны новые стандарты по созданию вооружений и военной техники (ВВТ), обеспечивающие снижение стоимости ее ЖЦ. Контракты, заключаемые с поставщиками ВВТ, стали содержать требования по неукоснительному соблюдению правил и процедур, обеспечивающих заданные характеристики и показатели качества и экономичности продукции. В настоящее время на этот путь переводятся и отрасли экономики гражданского назначения. В основу серии этих международных стандартов легла CALS – методология как первооснова современных глобальных интегрированных информационно - коммуникационных систем (CALS – Continuous Acquisition and Life cycle Support – интегрированная поддержка изделий) — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла). Эта методология позволяет создавать виртуальные предприятия (ВП) из фирм - участников ЖЦ ИМП, интегрируя их на информационной основе.

Основные принципы ИЛП и интеграции ВП изложены в стандартах MIL STD 1388 (США) и DEF STAN 00-60 (общеевропейский стандарт).

Стандарт DEF STAN 00-60, тесно связан со спецификациями ASD (AeroSpace and Defense Industries Association of Europe – Европейской ассоциации аэрокосмической и оборонной промышленности):

- S1000D «International specification for technical publications utilizing a Common Source Data Base» («Международная спецификация на технические публикации, использующие общую исходную базу данных»);
- S2000M «International specification for Material management»

(«Международная спецификация на организацию управления материально-техническим обеспечением») и др.

Важно отметить, что в этих стандартах отсутствуют указания на методы и средства, позволяющие достигать реального минимума затрат.

Участники ВП, по сути, самостоятельно пытаются решать свои проблемы или прибегают к услугам фирм – разработчиков программных средств для решения частных (сервисно – ориентированных) задач по управлению процессами. При этом, как правило, информация об использовании каких-либо методов решения этих задач остается закрытой, что приносит неопределенность при оценке покупателем гарантий достоверности таких программ. Таким образом, напрашивается вывод об определенной неполноте современного содержания CALS, выражаемой отсутствием теоретических обоснований путей достижения провозглашаемых ею целей. Для полноценного использования преимуществ данной методологии необходима разработка теории систем ИЛП, включающей в себя единый комплекс современных методов и средств информационного и математического моделирования, оценивания и оптимального управления процессами на всех стадиях ЖЦ комплексной системы «ИМП – системы послепродажного обслуживания (СППО)», вносящими основной вклад в ее стоимость и качество.

В книге, помимо общих понятий, вводящих читателя в курс дела, даются постановки и решения практически по всему комплексу задач ИЛП, обеспечивающих управление стоимостью ЖЦ ИМП и ее минимизацию.

В части 1 «Интегрированная логистическая поддержка» (главы 1-3), излагаются элементы современной системы послепродажного обслуживания изделий, рассматриваются основы современной ИЛП. Особое внимание уделяется управлению ЖЦ, системам послепродажного обслуживания и их информационному моделированию.

Часть 2 (главы 4-6) посвящена теории гибридных стохастических систем и компьютерной поддержке исследований и разработок. Приводятся необходимые сведения из теории вероятностей, стохастического анализа и стохастических уравнений. Даются вероятностные распределения процессов в гибридных стохастических системах. Рассматриваются задачи, методы и средства компьютерной поддержки исследований и разработок.

В части 3 «Основы математического моделирования, анализа и синтеза систем послепродажного обслуживания» (главы 7-9) рассматриваются вопросы математического моделирования процессов в системах послепродажного обслуживания, моделирование систем послепродажного обслуживания со смешанными потоками расходования, восстановления и пополнения ресурсов, а также статистический анализ и синтез систем послепродажного обслуживания.

Часть 4 (главы 10-12) посвящена определению и анализу показателей экспортного потенциала ИМП при проектировании. Проводится анализ

технико-экономических факторов, определяющих экспортный потенциал ИМП. Рассматриваются вопросы разработки математической модели процессов эксплуатации ИМП для оценки показателей экспортного потенциала, а также оценки влияния эксплуатационно-технических характеристик на экспортный потенциал ИМП.

В заключительной части 5 (главы 13 и 14) рассматриваются задачи управления поддержкой послепродажного обслуживания на стороне заказчика и на стороне поставщика, а также моделирование инвестиционных процессов ИЛП в условиях современных финансовых рынков.

Особенностью отечественного подхода к решению основной задачи ИЛП является широкое использование методов математического программирования и теории гибридных стохастических систем. При этом упомянутые технико-экономические модели приобретают динамический характер.

Результаты решения задачи моделирования и оптимизации интегрального качества и стоимости послепродажного обслуживания ИМП на примере одной из типовых распределенных систем прикладной информатики показывают, что поставленные цели минимизации затрат могут действительно достигаться в рамках использования стандартизованной CALS концепции. Но это возможно лишь за счет включения дополнительно информационно-вычислительного комплекса прогнозирования процессов и формирования долговременной Программы поставок потребных ресурсов на произвольном периоде эксплуатации. Кроме того, решение этой задачи оптимального планирования позволяет также существенно повысить ритмичность производства ИМП, что является весьма критичным для изготовителей наукоемкой продукции, а также эффективность планирования ее использования по назначению.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-07-00021) и программы ОНИТ РАН "Интеллектуальные информационные технологии, системный анализ и автоматизация" (проект 1.7).

Литература

1. Дьяконов В.П. Системы компьютерной математики на выходе из кризиса // Системы компьютерной математики и их приложения: материалы XII международной научной конференции. Смоленск: изд.-во СмолГУ, 2011. Вып. 12. С. 16-24.

2. Сеницын И.Н., Шаламов А.С., Сергеев И.В., Белоусов В.В., Агафонов Е.С. Развитие средств интегрированной логистической поддержки изделий наукоемкой продукции на основе систем компьютерной математики // Системы компьютерной математики и их приложения: материалы XIII международной научной конференции, посвященной 75-летию профессора Э.И. Зверовича. Смоленск: Изд.-во СмолГУ, 2012. Вып. 13. С. 119-124.

3. Сеницын И.Н., Сеницын В.И., Корепанов Э.Р., Белоусов В.В., Агафонов Е.С. Стохастические информационные технологии в среде MATLAB в задачах компьютерной

поддержки научных исследований // Системы компьютерной математики и их приложения: материалы XII международной научной конференции. Смоленск: Изд.-во СмолГУ, 2011. Вып. 12. С. 57-59.

4. Синицын И.Н., Шаламов А.С. Лекции по теории систем интегрированной логистической поддержки. М.: ТОРУС ПРЕСС, 2012. 624 с.

Вопросы использования Interactive Data Language при создании научных приложений

Введение

Бурное развитие методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в последние десятилетия связано с новыми возможностями наблюдений из космоса с помощью бортовой научной аппаратуры космических аппаратов (КА). Измерения с борта КА характеристик уходящего электромагнитного излучения системы "атмосфера - подстилающая поверхность" позволяют получать разнообразную информацию о параметрах состояния атмосферы и подстилающей поверхности, необходимую при решении таких задач, как исследование общей циркуляции атмосферы, численный прогноз погоды, слежение за опасными метеорологическими явлениями, изучение климатических изменений и определяющих их факторов [1].

Приборами, с помощью которых можно решать указанные выше задачи являются СВЧ-радиометры. Такие приборы предназначены для применения в качестве инструментария при решении фундаментальных проблем системы океан-атмосфера, а также для глобального мониторинга в интересах Росгидромета.

СВЧ-радиометр обеспечивает зондирование системы океан-атмосфера как в окнах прозрачности атмосферы, так и в линиях поглощения кислорода (52-57 ГГц) и водяного пара (183 ГГц), что позволяет:

- восстанавливать вертикальные профили температуры и влажности атмосферы;
- определять интегральную влажность атмосферы, водозапас облаков и интенсивность осадков;
- регистрировать такие параметры океана, как состояние (бальность волнения) поверхности, скорость приводного ветра и др.

СВЧ-радиометры ранее устанавливались на борт метеорологических КА типа «Метеор». Учитывая высокую потребность в данных СВЧ-радиометрии использование подобного рода бортовой аппаратуры планируется и далее как на низких и геостационарных орбитах. Поэтому актуальным является применение современных информационных технологий для обработки получаемых данных. Целью настоящей работы является демонстрация возможностей языка программирования Interactive Data Language (IDL) на примере создания приложения для автоматизации

обработки исходных данных СВЧ-радиометрии с целью выявления метеорологических параметров: приводного ветра, водозапаса облачности и интенсивности осадков.

Особенности языка IDL

Рассмотрим особенности языка программирования IDL. В 1970-х гг. сотрудник Лаборатории атмосферной и космической физики (США) Дэвид Стерн (David Stern) создал язык программирования Rufus (прообраз IDL). В 1977г. он организовал собственную фирму Research Systems, Inc. (RSI), которая стала заниматься разработкой языка программирования для решения научных задач IDL. В 1977 г. вышла первая версия языка IDL. В 1992 г. было введено понятие «виджет» (widget — элемент графического интерфейса), благодаря чему создание IDL приложений получило новый виток развития.

Язык IDL является кроссплатформенным языком программирования, что позволяет создавать приложения на различных платформах в различных операционных системах, таких как Microsoft Windows, Linux и другие.

При проведении исследований, как правило, используется большой объем данных, которые необходимо быстро обработать. Это требование стало ключевым для языка IDL. Оно воплотилось в IDL в виде простого синтаксиса, т. е. нет необходимости в составлении циклов и оптимизации времени выполнения функций для работы с массивами.

Язык IDL предлагает пользователям большое количество разнообразных математических преобразований и функций, способных помочь решить достаточно сложные задачи. Для более детального анализа полученных результатов IDL обладает мощными средствами визуализации данных. Визуализация данных в IDL поддерживает два типа рендеринга: программный рендеринг и рендеринг с использованием аппаратных 3D ускорителей, которые поддерживают библиотеку OpenGL.

В большинстве случаев визуализация данных через OpenGL обладает лучшим качеством изображения, чем визуализация через программный рендеринг. Но необходимо учитывать, то что программный рендеринг может быть единственно доступным решением для систем, в которых нет аппаратных 3D ускорителей, например, при использовании несовместимых OpenGL X серверов этот тип рендеринга строит одноразовую визуализацию быстрее, чем OpenGL и позволяет избежать возможных ошибок, возникающих с драйверами устройств.

IDL позволяет работать с файлами различных форматов, в том числе с графическими, например, BMP, JPEG, PNG, форматами, разработанными специально для научных задач, например, HDF, CDF, NCDF и несколькими распространенными форматами хранения данных, например, XML, ASCII. Существует возможность работы с данными в формате DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).

Программы, разработанные на языке IDL, можно вызывать из

внешних программ, созданных на других языках программирования или в IDL программах использовать функции, реализованные на C/C++, FORTRAN, Java. Такое взаимодействие IDL с языками программирования позволяет гибко подходить к решению сложных задач.

Благодаря этим преимуществам IDL нашел широкое применение при обработке космических снимков и геофизических данных. Он активно применяется в структурах национальных космических агентств: NASA (США), JAXA (Япония), CNES (Франция), Роскосмос.

Рассмотрим особенности применения объектно-ориентированного программирования, визуализации данных и построения графического интерфейса пользователя.

Особенности описания классов и объектов в IDL

В IDL существует возможность применения как процедурной, так и объектно-ориентированной парадигм. Рассмотрим более подробно применение объектно-ориентированной парадигмы.

В IDL данные члены-класса хранятся в виде именованных структурах. В терминалогии IDL применяется выражение «class structure».

```
struct={Class1, field1:0L, field2:1B}
```

Любой объект, созданный из этой структуры (класса), будет иметь 2 свойства – field1 и field2.

Методы членов-класса имеют следующие отличия от обычных процедур:

- в названии имеется имя класса;
- все методы автоматически получают аргумент self (аналог this в Java);
- для вызова методов используется оператор «стрелка» -> .

При наследовании структур классов в IDL имена полей должны быть уникальны, а имена методов могут повторяться. Жизненный цикл объекта в IDL делится на три этапа:

- создание и инициализация объекта;
- использование объекта;
- удаление объекта.

Для создания объекта необходимо вызвать функцию-контейнер OBJ_NEW, имеющую следующий синтаксис:

```
A=OBJ_NEW( [Имя_класса[, аргументы]] )
```

При этом будет вызван соответствующий метод конструктор (если есть), который имеет строгое имя – INIT и является членом-класса.

Для удаления объектов используется процедура OBJ_DESTROY. Если в классе (или одном из суперклассов) есть метод CLEANUP, то будет вызван этот метод с переданными аргументами. Если такого метода нет, то IDL сам удаляет объект. Метод CLEANUP является аналогом метода-деструктора. При этом, как метод INIT, так и метод CLEANUP нельзя вызвать не используя OBJ_NEW и OBJ_DESTROY соответственно.

Визуализация научных данных средствами IDL

Для работы с изображениями IDL снабжен существенным количеством подпрограмм, позволяющим проводить обработку изображений. Подробно вопросы обработки изображений изложены в работах [2, 3]

IDL может работать с 4 типами изображений [4, 5]:

- бинарные (0 – черный, 1 – белый);
- в тонах серого (0 – черный, 255 – белый);
- индексированные (с применением Lookup tables (LUT));
- RGB (каждый компонент 0-255).

Для отображения в IDL могут использоваться две системы графики: Object Graphics и Direct Graphics. Эти системы подробно рассмотрены в работах [6, 7] соответственно.

Результаты обработки данных СВЧ-радиометрии необходимо привязать к картографическим координатам в соответствующих картографических проекциях.

Картографические проекции преобразуют координаты в координаты на плоскости. Существует много картографических проекций, каждая из которых обладает собственной техникой преобразования сферических координат в координаты на плоскости.

IDL имеет 19 встроенных картографических проекций. IDL обладает возможностью создания картографических проекций, конвертированием данных из одной проекции в другую и отображением данных в этих проекциях.

Картографическая база данных, которая поставляется с IDL от Всемирного банка данных (WDB), является достаточно полной для отображения политических границ, береговых линий и других земельных/водных границ. Пример визуализации картографической информации приведен на Рис. 1



Рис. 1. Центрированное изображение в масштабе 1:20.000.000(о-в Гренландия)

Проектирование графического интерфейса пользователя средствами IDL

IDL позволяет создавать графические интерфейсы пользователя с помощью виджетов. Виджеты (графические элементы управления) – кнопки, скроллы, таблицы, метки и т.д. Графический интерфейс,

реализованный на IDL, представляет собой древовидную иерархию – каждый виджет имеет одного «родителя» и ни одного или несколько «потомков», с одним исключением, что верхний виджет иерархии не имеет «родителя». Этот виджет называется базовым.

Любое виджет приложение должно начинаться с базового виджета. При создании виджетов только создаются соответствующие структуры данных, которые на экране не отображаются. Для того, чтобы они визуализировались, необходимо вызвать соответствующую процедуру, после выполнения которой виджеты, входящие в состав иерархии, отобразятся на экране.

Жизненный цикл приложений с виджетами:

1. Создание иерархии виджетов.
2. Создание подпрограммы обработки событий.
3. Реализация виджетов.
4. Регистрация программы с помощью XMANAGER, которая активизирует функции обработчики событий.
5. Взаимодействие с приложением.
6. Уничтожение виджетов.

Виджеты могут обладать пользовательским значением. То есть каждый виджет содержит переменную, в которой хранится необходимая информация. Это значение игнорируется виджетом и требуется для удобства программиста при разработке программ.

Для обмена данными в приложениях с графическим интерфейсом пользователя необходимо создать структуру, которая будет содержать ID виджета и дополнительные данные. Затем создать ссылку на нее и передать ее как пользовательское значение в базовый виджет. В обработчике событий необходимо получить эту информацию из полученной структуры события.

Приложение обработки данных СВЧ-радиометров

Входными данными для приложения метеорологической обработки данных СВЧ-радиометров являются данные в формате HDF.

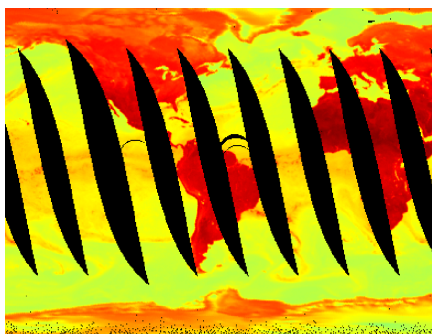


Рис. 2. Фрагмент обзорного снимка СВЧ-радиометра

Формат данных HDF получил большое распространение в обработке и хранении данных ДЗЗ. Он стал своего рода стандартом для хранения и передачи информации в зарубежных системах ДЗЗ. Полное наименование -

формат иерархических данных (Hierarchical Data Format). Организация-разработчик: Национальный центр суперкомпьютерных приложений - National Center for Supercomputing Applications (NCSA).

Исходные файлы представляют собой обзорные снимки земной поверхности (т.е. компиляция всех полувитков за сутки). Размер такого изображения составляет 720x360 пиксел.

Приложение имеет графический интерфейс пользователя, пример которого приведен на Рис. 3. Графический интерфейс пользователя позволяет проводить интерактивную обработку данных СВЧ-радиометрии. Приложение построено по модульному принципу, что позволит расширить список алгоритмов обработки в будущем.

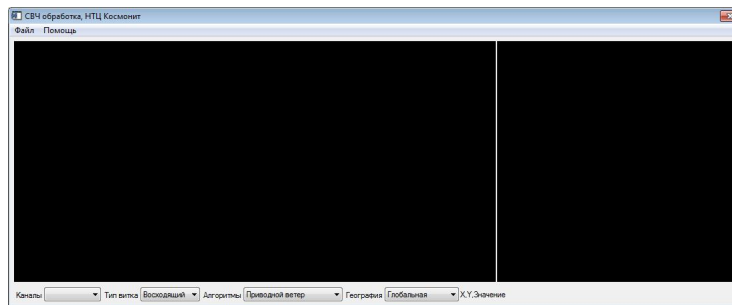


Рис. 3. Графический интерфейс программы обработки

Алгоритмы определения метеорологических параметров базируются на эмпирических зависимостях, которые были получены в работах [8,9,10]. С учетом этих зависимостей, количественные значения метеорологических параметров определяются с помощью линейной комбинации каналов СВЧ-радиометра различной поляризации.

1. Алгоритм определения скорости ветра над океаном позволяет получить скорость ветра поверхности океана от 3 до 25 м/с с точностью не хуже 2 м/с. Скорость ветра у поверхности приводится к высоте 19,5 м над поверхностью. Небольшой дождь и пары воды значительно ослабляют микроволновое излучение на выбранных частотах равных 19, 22 и 37 ГГц. В частности СВЧ-излучение, испускаемое с поверхности океана, содержит информацию о скорости ветра [8].

2. Алгоритм определения водозапаса над океаном был разработан и опубликован в работе [9]. Этот алгоритм определяет интегральное содержание воды в облаках над океаном в 100 кг/м^2 с точностью до $0,1 \text{ кг/м}^2$ с интервалом квантования $0,5 \text{ кг/м}^2$.

3. Алгоритм определения интенсивности осадков над океаном были разработаны и опубликованы в работе [10]. Алгоритм использует каналы с частотами 19V, 19H, 22V, 37V, 37H, 91V, и 91H и приведен к высоте 12,5 км. Данный алгоритм имеет точность 5 мм/ч, интервал квантования 1 мм/ч.

В результате работы программы обработки вычисляются значения

соответствующих метеорологических параметров, которые визуализируются и наносятся на картографическую основу. Результат сохраняется в формате JPEG. Примеры полученных результатов обработки: скорость приводного ветра, водозапас облачности, интенсивность осадков приведены на Рис. 3-5 соответственно.

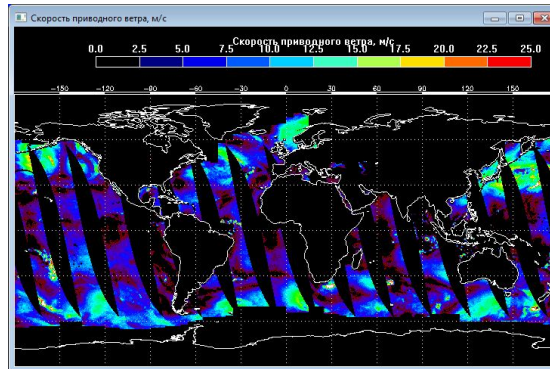


Рис. 4. Скорость приводного ветра

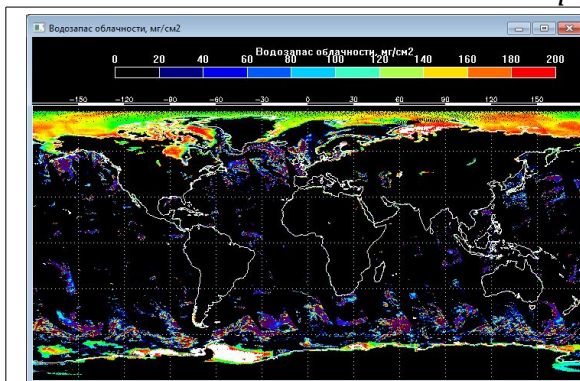


Рис. 5. Водозапас облаков

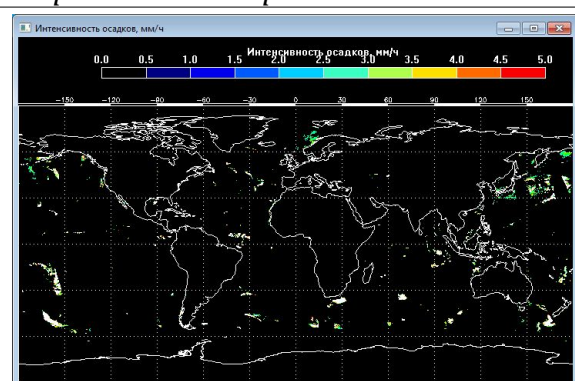


Рис. 6. Интенсивность осадков

Таким образом, рассмотрены возможности языка IDL, отражающие особенности при описании классов и объектов, визуализации научных данных, в том числе с применением картографических возможностей. Эти особенности были учтены при создании приложения, обладающего графическим интерфейсом пользователя, обработки данных СВЧ-радиометров для определения метеорологических параметров.

Литература

1. John R. Jensen. Remote sensing of the environment: An Earth resource perspective (2nd Edition). Prentice Hall, 2006. 608 p.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1072с.
3. Jonh R. Jensen, Introductory Digital Image Processing (3rd Edition). Prentice Hall, 2004. 544p.
4. Liam E. Gumley. Practical IDL Programming. Morgan Kaufmann, 2001. 508 p.
5. Kenneth P. Bowman. An Introduction to Programming with IDL: Interactive Data Language. - Academic Press, 2005. 304p.
6. Ronn Kling. Power Graphics with IDL: A Beginners Guide to IDL Object Graphics. - KRS, inc, 2002. 74p.

7. Fanning, D. Coyote's Guide to Traditional IDL Graphics. – Coyote Book Publishing, 2011. 480 p.
8. M.A. Goodberlet, C.T. Swift, J.C. Wilkerson. Ocean Surface Wind Speed Measurements of the Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) // IEEE Transactions on Geoscience and remote sensing. Vol. 28, №5, 1990.
9. Weng, F, N. Grody, R. Ferraro, A. Basist, and D. Forsyth, 1997: Cloud liquid water climatology from the Special Sensor Microwave Imager, J. Climate, 10, 1086-1098.
10. Ferraro, R.R., 1997: SSM/I derived global rainfall estimates for climatological applications. J. of Geophys. Res, 102, 16,715-16,735.

Системы символьной математики как технологические и математические инструменты инновационного учебного процесса

Аннотация

Предлагается концепция современного инновационного учебного процесса на базе использования систем символьной математики как технологических и математических инструментов. Обсуждаются роль этих систем в физико-математическом образовательном процессе. Описываются особенности основных систем символьной математики применительно к проблемам учебного процесса в курсах физики.

1. Системы символьной математики и их роль в учебном процессе.

Современные науку и образование уже невозможно представить без повсеместного использования компьютерных технологий, вычислительной техники и различного математического обеспечения. Однако важным остается вопрос, как и в каком качестве их использовать при решении основной задачи высшей школы – *подготовке высококвалифицированных научных и инженерных кадров, способных решать современные научные и практические проблемы.*

Компьютерные ресурсы необходимые для успешного решения такой образовательной задачи должны удовлетворять определенным требованиям: обеспечивать преемственность и фундаментальность физико-математического и инженерного научного образования, не замыкаться на трудоемкое общения с компьютером и обладать самыми мощными и адекватными математическими возможностями.

Таковыми инструментами являются системы символьной математики – интерактивные многофункциональные компьютерные системы высокого интеллектуального уровня, сочетающие простоту использования с мощностью самых современных математических инструментов. Их справочные материалы [3-8], содержат не только сведения по работе, но и развернутые современные учебники математики, справочники по физике и другим дисциплинам. Поэтому системы символьной математики являются интерактивной учебно-исследовательской виртуальной средой.

Работа в такой среде предполагает невольное «подтягивание» пользователя до необходимого уровня, что является своеобразной дополнительной образовательной технологией. Такие системы получили всемирное признание в научных и академических кругах как инструменты

научных исследований и прикладных инженерных расчетов; но они только начинают использоваться в образовании. При этом системы символьной математики обладают большой образовательной эффективностью, и опыт их развития указывает на перспективы их применения в учебном процессе.

Несмотря на «математическое происхождение» систем, они адекватны потребностям физико-математического и инженерного образования, как средства, содержащие самые разнообразные математические инструменты, необходимые для физических и прикладных исследований: от обработки массивов данных до квантовых систем и космологии.

Сами по себе системы символьной математики не являются средствами, «автоматически» поднимающими математический уровень пользователей: они могут служить полезными инструментами как при компьютерном решении задач, так и в самом процессе изучения физико-математических дисциплин (причем, эти стороны использования систем символьной математики, конечно же, взаимно обусловлены).

Не заменяя преподавателя и не подменяя стандартный учебный процесс, но требуя от пользователя необходимого уровня математической подготовки для общения на входных языках и составления аналитико-численных алгоритмов решения задач, системы символьной математики (имеющие встроенные инструменты верификации, в том числе и пошаговой, и обладающие обратными связями в виде интерактивных комментариев и подсказок), могут служить, с одной стороны, своеобразными контролерами качества математических выкладок, а с другой – обеспечивать учебный процесс информационного типа.

Соответствие задач физико-математического и инженерного образования и возможностей систем символьной математики делает последние естественной компьютерной средой обучения и учебно-исследовательской деятельности. Действительно, учебный процесс требует таких компьютерных средств, которые обеспечивали бы адекватный уровень математических вычислений и не требовали бы специальной программистской подготовки и трудоемкого освоения математического обеспечения.

В справочных материалах систем символьной математики имеются, помимо прочего, имеются развернутые современные учебники по математике, справочники по математике, физике и другим дисциплинам: их можно рассматривать как учебно-исследовательские среды.

Использование системы символьной математики в образовании:

- создает особую информационную среду обучения, основанную на современных компьютерных технологиях;
- позволяет органично сочетать фундаментальность образования с интерактивными и дистанционными формами обучения;
- обеспечивает профессиональную преемственность обучения, основанную на академической и научной практике работы с ССМ.

Системы символьной математики дают возможность проводить обучение деятельностного типа, изменить общение студентов с преподавателем и студентов между собой, использовать новые формы выполнения практических и домашних заданий. Они дают возможность преемственного подхода к традиционным практическим занятиям: с одной стороны на компьютере можно решать традиционные задачи, а с другой решение таких задач может быть существенно расширено за счет возможностей компьютера (подробный анализ полученного решения: наглядное представление результатов в аналитической и графической формах).

Рабочие листы систем представляют собой так называемые «живые электронные книги»: вычисления, преобразования, построения графиков и т.п. происходит интерактивно, а пользователь имеет возможность вносить свои поправки в значения параметров, изменять функции и делать дополнения (все это сразу или по команде отражается на рабочем листе). Все это делает системы символьной математики настоящим интерактивным учебным пособием.

Использование систем символьной математики в учебном процессе обеспечивает также дополнительные возможности в:

- применении индивидуальных и групповых форм выполнения заданий;
- организации выполнения заданий в очной и дистанционной формах;
- формулировке систем персональных заданий для каждого студента различных степеней сложности, учитывающих его образовательный уровень и скорость усвоения материала;
- расширении круг решаемых задач: от коротких типовых примеров до комплексных исследовательских заданий;
- развитии индивидуальных возможностей студентов.

Интегрирование систем символьной математики с системами администрирования и контроля может обеспечить все потребности современного учебного процесса.

2. Особенности основных систем символьной математики

Для обеспечения учебного процесса можно рекомендовать системы MATHCAD, MAPLE, MATHEMATICA, что связано с простотой их использования и нацеленностью не только на научные исследования, но и учебный процесс. Поскольку принципы работы с системами символьной математики методически проработаны, возможно их постепенное освоение в ходе самого учебного процесса. Рекомендации по выбору MATHCAD, MAPLE, MATHEMATICA для обеспечения учебного процесса связан с простотой их использования и их нацеленностью не только на научные исследования, но и на учебный процесс.

MATHCAD наиболее прост в освоении и использовании; обладает наиболее дружелюбным интерфейсом и требует самых минимальных

инструкций, необходимых для того, чтобы уже первом занятии начать решать конкретные задачи: MATHCAD можно рекомендовать для использования на начальных этапах учебного процесса – для студентов младших курсов (в том числе и не обладающих навыками работы в сложных компьютерных системах).

MARLE и MATHEMATICA более сложные системы, обладающие самыми мощными вычислительными ресурсами, способными обеспечить любой математический уровень современного учебного процесса. Освоение и использование MARLE и MATHEMATICA требует более основательной математической и программистской подготовки: их можно рекомендовать для использования на последующих этапах обучения – студентам средних и старших курсов и аспирантов (при этом навыки работы в MATHCAD оказываются полезными для освоения MARLE и MATHEMATICA в виду общего подхода к работе в системах символьной математики – использования входных языков и программирование хода решения задач с использованием символьных процессоров).

Системы символьной математики способны обеспечить весь спектр математических операций, необходимых при изучении физико-математических дисциплин: алгебраические и символьные преобразования, дифференцирование и интегрирование, решение уравнений и систем уравнений, разложение функции в ряд, работа с векторами и матрицами, операции с комплексными функциями, использование булевых операций, построение двумерных и трехмерных графиков и др. По сравнению с MATHCAD системы MARLE и MATHEMATICA обладают расширенными возможностями и, помимо указанных операций, способны символьно решать обыкновенные дифференциальные уравнения, системы дифференциальных уравнений, уравнения в частных производных; в них реализованы возможности тензорного анализа, работы со специальными функциями и многие другие средства. Это означает, что в тех случаях, когда для решения задач теоретической физики возможностей MATHCAD не хватает, можно использовать системы MARLE и MATHEMATICA.

При этом профессиональный подход к вычислительным задачам, особенно при получении новых результатов, предполагает (когда это возможно) использование разных систем символьной математики и проверку результатов с помощью разных систем и подходов. Современный учебный процесс для широкого круга будущих научных работников и инженеров должен обеспечивать овладение практическими навыками проведения как натурального, так и вычислительного эксперимента с высокотехнологичными методами получения, обработки и анализа экспериментальных и теоретических данных. Это, в свою очередь, предполагает использование современного программного обеспечения, умения осуществлять как численные, так и аналитические вычисления, анализ и визуализацию результатов.

Во многих случаях это способны обеспечить системы символьной

математики, с помощью которых возможно осуществить в процессе обучения:

- 1) цифровой метод получения и компьютерная обработка данных разного типа;
- 2) аналитические вычисления и преобразования;
- 3) математическое компьютерное моделирование (от использования шаблонов моделей до модельных построений разного уровня);
- 4) вычислительный эксперимент (изучение процессов для разных условий и параметров);
- 5) интерактивная визуализация явлений и процессов (в том числе тех, которые недоступны для традиционного форм обучения).

Таким образом, системы символьной математики являются естественными современными программными ресурсами для обеспечения учебного процесса информационно-инновационного типа. Они способны обеспечить преемственность и фундаментальность образования на базе современного программного обеспечения.

Практическое применение систем символьной математики в учебном процессе можно осуществить на базе комплексов программ, использующих, с одной стороны широкие возможности самих систем, а с другой – программно реализующих общие и специальные методы физико-математических дисциплин, их содержательную часть и аналитико-теоретические подходы.

Заметим, что возможности систем символьной математики позволяют (что, собственно, отражает методологические основы теоретической и математической физики, и что возможно реализовать в системах) построить ход решения (или их отдельные этапы) физических и математических задач в виде программных блоков и комплексов, которые можно трактовать как универсальные реализации решений общих теоретических и учебных проблем, так и рассматривать как составные части для создания комплексов для решения крупных прикладных проблем.

В связи с этим разрабатываемые программные комплексы можно использовать на лекциях, практических и лабораторных занятиях (в виде компьютерного практикума моделирующего типа с использование систем символьной математики) в курсах элементарной, общей, теоретической и математической физики; они могут стать универсальными учебно-исследовательскими ресурсами, применяемыми студентами и аспирантами при выполнении учебно-исследовательских курсовых и дипломных работ и диссертаций.

В настоящее время большое число вузов России используют в учебном процессе ССМ (включая, MATHCAD, MAPLE и MATHEMATICA MATHLAB). Среди университетов, строящих подготовку кадров на основе ССМ – самые престижные вузы мира, например, Princeton University; California Institute of Technology; University of Oxford и т.п.)

Технологиями, основанными на использовании в образовании систем символьной математики, охватывается практически весь спектр академических дисциплин в области точных наук, а также ряд гуманитарных наук.

Системы символьной математики используются:

- при проведении практических занятий и лабораторных работ;
- в виде «живых» электронных справочников и книг
- как рабочие материалы для банка задач и выполнения домашних и дистанционных заданий;
- как универсальные средства для создания учебных пособий и наглядных визуализаций.

Тем не менее, существует большой ресурс для использования ССМ в образовании, связанный:

- с универсализацией учебных материалов (и доведения их до уровня, соответствующего фундаментальным педагогическим принципам);
- с разработкой технологических основ многоцелевого и многовариантного учебного процесса, сочетающего очные и дистанционные формы обучения и обеспечивающие индивидуальность «траектории обучения» для каждого студента;
- с расширением области применения ССМ для дисциплин, использующих сложный математический аппарат;
- с развитием подходов, обеспечивающих естественную связь учебно-научной деятельности и исследовательской работы;
- с обеспечением преемственного поступательного процесса подготовки кадров, включающего профориентацию школьников, реализацию мотивационных потребностей студентов и развитие профессиональных компетенций молодых специалистов и ученых.

3. Компьютерный практикум с использованием систем символьной математики

Требования, предъявляемые к современным специалистам, и развитие компьютерные технологии обосновывают необходимость внедрения в учебный процесс новых типов занятий. Одним из них являются практические занятия в форме компьютерного практикума по физике. Современный ученый или инженер должен обладать не только навыками экспериментальной деятельности, но и методиками моделирования и теоретического анализа.

В науке и промышленности реализуются подходы, когда строительство дорогостоящего, например энергетического, объекта, не начинается без построения многочисленных моделей и проведения виртуальных экспериментов по изучению свойств объекта и его поведения в экстремальных ситуациях, а все современные научные данные получают на установках, которые интегрированы в компьютерную среду.

Следовательно, современный физический практикум уже сейчас должен сочетать овладение практическими навыками проведение

эксперимента с высокотехнологичными методами получения, обработки и анализа экспериментальных данных.

Поэтому компьютерный практикум по общей физике создан не как альтернатива традиционному физическому практикуму, а как новая технология обучения. Он является инновационной аналитической частью общего физического практикума, интегрированной с практическими занятиями и другими видами учебной деятельности.

Основные идеи, положенные в основу проведения компьютерного практикума:

1. Компьютерный метод получения и обработки экспериментальных данных.

2. Компьютерное моделирование физических явлений разного типа.

3. Численный эксперимент для физических процессов.

4. Визуализация физических явлений и процессов.

Компьютерный практикум выполняется студентами первого, второго и третьего курсов, изучающих общую физику.

В зависимости от специальности и количества времени, отводимого на изучение физики, могут отличаться количество тем и объем заданий практикума.

Методическим обеспечением компьютерного практикума по общей физике является:

– учебные пособия по практикуму (изданные в традиционном виде) [1, 2];

– электронные материалы: программы и комплексы программ в виде рабочих листов систем.

Учебные пособия и электронные материалы содержат:

– теоретическое введение по изучаемой теме, содержащее основные законы и формулы;

– задания компьютерного практикума с указанием последовательности и методов выполнения;

– формулировки методов исследования изучаемых явлений;

– примеры выполнения заданий и отчетов;

– вычислительные примеры и шаблоны.

Для сопровождения компьютерного практикума необходимо учебное пособие [1] по использованию специализированных систем символьной математики для решения физических задач. Оно содержит необходимые для физики приемы работы с системами символьной математики, математические примеры вычислительных операций, основные сведения и примеры обработки экспериментальных данных.

Необходимым техническим обеспечением компьютерного практикума является:

– персональные компьютеры, компьютерные классы, дополнительное цифровое оборудование;

– системы символьной математики и вспомогательные

компьютерные программы.

Компьютерный практикум по общей физике можно реализовать в системах MATHCAD, MAPLE, MATHEMATICA. Основной математической системой практикума является MATHCAD: он наиболее прост в освоении и обладает всеми необходимыми для задач общей физики инструментами. MATHCAD можно рекомендовать для студентов с двухгодичным курсом общей физики и небольшим количеством учебных часов. Для студентов физических и физико-технических специальностей можно рекомендовать использование более сложных систем MAPLE и MATHEMATICA. Практически использование ССМ можно начать с MATHCAD для всех студентов первых курсов с постепенным подключением систем MAPLE и MATHEMATICA на втором и третьем курсах.

Структура компьютерного практикума должна соответствовать учебным планам курсов общей физики и охватывать все основные разделы программы: классическая механика; механические колебания и волны; термодинамика и молекулярная физика; электричество и магнетизм; оптика; квантовая физика.

В рамках компьютерного практикума может естественным образом проводиться обработка экспериментальных данных, включающая: вычисления доверительного интервала; вычисление косвенных погрешностей; построение графиков (с использованием полиномиальной регрессии и других методов).

Использование компьютерных методик обработки экспериментальных данных означает не только упрощение работы при сложных и громоздких вычислениях, но и возможность дополнительного анализа данных, следствием которого могут быть дополнительные измерения или необходимость более тщательного выполнения работы. Использование ССМ дает возможность представлять отчеты не только с полными аналитическими выкладками и численными расчетами, но и проконтролировать все шаги выполняемой работы.

4. Концепция инновационного учебного процесса на базе систем символьной математики

В физико-математических и инженерных дисциплинах основные законы, теоремы, зависимости параметров и т. д. представляются в виде функциональных аналитических соотношений – символьных формул. Именно символьные вычисления и преобразования составляют наиболее существенную содержательную часть всей вычислительной работы в этих дисциплинах [3-7].

До сих пор учебный процесс, обеспечивающий изучение таких дисциплин, в основном, обходится без использования компьютерных технологий в части использования символьных вычислений: существующие учебные материалы либо являются оцифрованными учебниками традиционного типа (различного программного воплощения), либо представляют собой отдельные программные ресурсы для численных

вычислений, построения графиков и т.п. При этом системы компьютерного тестирования в области точных наук основаны на контроле «текстовых выражений» или численных значений и на выборке правильного результата из нескольких формул-картинок.

Это означает существенное ограничение образовательного потенциала компьютерных технологий в области точных наук и приводит, в свою очередь, к подходу типа «делаем как допускает система, а не как того требует содержание дисциплины», что особенно наглядно в попытках компьютерной проверки знаний, представленной естественными символьными соотношениями, в виде не всегда корректных их текстовых описаний или представлений и зачастую проверяющих не сами знания, а лишь демонстрирующих несовершенство компьютерной системы или программы, неспособной адекватно представить и проверить материал точных наук.

Другая проблема, которая имеет место в учебном процессе в области преподавания точных наук, – обеспечение интерактивности учебных материалов (что совершенно естественно для таких предметов) и организация дистанционного учебного процесса. Знание основных законов в виде формул и соотношений требует выполнения многочисленных выкладок и преобразований, умения выводить формулы и применять их для разных ситуаций, «традиционные компьютерные технологии» способны обеспечить лишь «традиционные формы» представления знаний.

С другой стороны «несовершенство» таких подходов ограничивает дистанционный учебный процесс в части обмена информацией (огромные по размеру файлы, невозможность проверки заданий в автоматическом режиме и т.п.) между учащимся, учебным заведением и преподавателем: существенная часть учебных материалов (задания, контрольные и т.п.) существует в бумажном виде и пересылается обычной почтой или по электронной почте в виде отсканированных страниц и/или материалов, выполненных в текстовых редакторах.

Эти проблемы естественным образом могут быть решены использованием в учебном процессе систем символьной математики, которые в состоянии полностью обеспечить сопровождение преподавания точных наук: интерактивный тип материалов, малый объем пересылаемых электронных файлов-рабочих листов, электронный банк заданий и типовых задач, процесс обучения с представлением материала в аналитическом виде (с учетом других обширных возможностей систем символьной математики), реальное дистанционное взаимодействие студент – преподаватель, а также контроль знаний в естественном математическом символьно-формульном виде.

Именно такой подход, основанный на использовании современных систем символьной математики и который, с одной стороны, реализует все базовые фундаментальные принципы образования физико-математических и инженерных курсов, а с другой – обеспечивает учащихся

и преподавателей самыми современными математическим и технологическими компьютерными средствами, сочетающими аналитические вычисления, численный анализ и качественную визуализацию данных и результатов, составляет содержание инновационного учебного процесса.

Отметим, что компьютерные технологии в образовании могут быть эффективными только при соответствии программных возможностей математического обеспечения, качества электронных учебных материалов и профессионального уровня преподавателей (как в предметной области, так и в области использования компьютерных технологий).

Реализация такого инновационного учебного процесса может быть осуществлена посредством разработки и внедрения программных комплексов на основе систем символьной математики, их интеграцией в систему преподавания, администрирования и контроля, а также с адаптацией этих комплексов с другими компьютерными технологиями, сопровождающими современный учебный процесс [1-7].

Литература

1. Тихоненко А.В. Компьютерные математические пакеты в курсе общей физики. Обнинск: ИАТЭ, 2003. 84 с.
2. Тихоненко А.В. Компьютерный практикум по общей физике. Части 1 - 5. Обнинск: ИАТЭ, 2003-2004.
3. Тихоненко А.В. Компьютерные математические пакеты в курсе «Линейные и нелинейные уравнения физики». Части 1 и 2. Обнинск: ИАТЭ, 2005.
4. Тихоненко А.В. Решение краевых задач для двумерного уравнения Лапласа методом разделения переменных в MAPLE. Обнинск: ИАТЭ, 2005. 80 с.
5. Тихоненко А.В. Векторный анализ в прикладных математических пакетах. Обнинск: ИАТЭ, 2006. – 80 с.
6. Тихоненко А.В. Решение уравнения Шредингера для одномерного рассеяния в MAPLE и MATHEMATICA. Обнинск: ИАТЭ, 2005. 80 с.
7. Тихоненко А.В. Компьютерные аналитические методы решения задач электростатики и магнитостатики. Обнинск: ИАТЭ, 2008. 48 с.

Толстолицкий В.Ю.,

ННГУ им. Н.И. Лобачевского, профессор кафедры уголовного процесса
и криминалистики юридического факультета
tolvlad@yandex.ru

Кузенкова Г.В.

ННГУ им. Н.И. Лобачевского, доцент Центра прикладной
информатики факультета ВМК
kuzenkovagv@mail.ru

Программное обеспечение в обучении следователей раскрытию убийств

Повышение эффективности работы следователей в современных условиях практически невозможно без внедрения в их деятельность новых информационных технологий и современных средств компьютерной техники. В качестве шага к информатизации деятельности следователя по решению задачи раскрытия убийств в ННГУ им. Н.И. Лобачевского была разработана компьютерная программа «ФОРВЕР» (авторы-разработчики: В.Ю. Толстолицкий, С.Н. Карпенко, А. Рыбочкин). В основе работы программы лежит обработка базы раскрытых уголовных дел и выдвижение версий о признаках преступника, которые составляют в совокупности его поисковый портрет.

Данная программа позволяет следователю сформировать вероятный портрет преступника, который затем становится ориентиром для поиска реального лица, совершившего преступление [1, 2]. Самый простой способ использования программы «ФОРВЕР» сводится к методу аналогии, то есть поиску аналогичного убийства в компьютерной базе данных. Этот метод полностью повторяет мыслительный процесс следователя. Когда число раскрытых конкретным следователем убийств переваливает за определенную величину, то его «опытность» выражается в обнаружении повторяемости во вновь расследуемых преступлениях некоторых сторон, ранее уже наблюдавшихся им в преступлениях прошлых лет. При таком подходе обращение к программе позволяет просмотреть всю базу уголовных дел и найти подобные преступления, а при необходимости поднять их из архива.

Поиск осуществляется простой сортировкой всех занесенных в электронную базу дел по признакам, указанным следователем, например, по полу и возрасту жертвы, способу убийства и сокрытия следов. Набор признаков позволяет отсортировать группу уголовных дел, аналогичных между собой и раскрываемому делу. В компьютерной литературе данный прием называют методом «поиска ближайшего соседа» - case based

reasoning – CBR [3]. Метод аналогии позволяет принимать решение независимо от того, сколько архивных уголовных дел найдено. Достаточно всего одного аналога. Данный метод не основан на статистических данных, поэтому для него не является ограничением проблема малого числа наблюдений. Кроме указанного метода поиска по аналогии, программа «ФОРВЕР» может быть использована более сложными способами. В том числе, для расчета условных вероятностей и принятия решений на основе основной теоремы теории вероятностей – теоремы гипотез (Байеса).

Таким образом, применение программы позволяет выделить информационные процессы в качестве самостоятельного предмета анализа и отделить работу с информацией от принятия процессуальных решений, организации расследования и других сторон раскрытия и расследования убийств. Это позволяет, во-первых, добиться качественного улучшения информационного обеспечения раскрытия и расследования преступлений и, во-вторых, освободить следователей, постоянно работающих в условиях высокой нагрузки, от выполнения значительного объема рутинной технической работы, требующей больших временных затрат. Программа прошла апробацию Следственным комитете РФ и принята для изучения приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 ноября 2011 г. N 2763 «О федеральных государственных требованиях к минимуму содержания дополнительной профессиональной образовательной программы профессиональной переподготовки федеральных государственных гражданских служащих Следственного комитета Российской Федерации, назначенных на должности следователей следственных отделов Следственного комитета Российской Федерации по городам, районам и приравненным к ним специализированным, в том числе военных следственных отделов».

При внедрении в практику компьютерной программы «ФОРВЕР» был обнаружен ряд проблем:

1. Следователи, не выделяют раскрытие в самостоятельное действие. Поэтому требуется создание ситуационных задач, в которых следователь-практик осознает самостоятельность выполняемого им действия. Необходимо разъяснить, что объективно существующее действие следователя, это не только те следственные действия, которые перечислены в уголовно-процессуальном законе РФ, а так же объясняются причины отсутствия в учебниках криминалистики такого действия и причины отсутствия указания в УПК РФ такой обязанности следователя, как раскрытие преступления. Ссылаясь на закон об оперативно розыскной деятельности (п. 2.), следователь полагает, что раскрытие входит в обязанности только оперативных сотрудников. Сложность внедрения программы заключается в том, что требуется еще убедить следователя, что новому действию надо обучать его, а не оперативника.

2. Ряд следователей считает, что осмотр трупа является только фиксацией непосредственно воспринимаемого при визуальном осмотре.

Выдвижение версий (с помощью программы или без нее) лишь мешает объективной и непредвзятой оценке обстановки. Поэтому необходимо разъяснить и продемонстрировать на примерах повышение информативности осмотра с помощью программы, позволяющей выдвигать следственные версии.

3. Многие следователи при выдвижении версий не пользуются понятийным мышлением. В результате, восприятие подчиняется ситуации, то есть непосредственному впечатлению. Применяется метод наглядно-образной реконструкции механизма преступления, который опирается преимущественно на чувственное познание. Попытка использовать одновременно систему версий в основе которой лежат вербально зафиксированные понятия (существенные признаки), сбивает с привычного способа выдвижения версий на основе образного мышления.

4. В четвертых, следователи не пользуются счетом, а воспринимают обстановку непосредственно. За счетом стоит понятие количественной стороны явлений, понятия вероятности и условной вероятности. Программа «ФОРВЕР» позволяет рассчитать условную вероятность признаков лица, совершившего преступление. Однако, для усвоения и использования понятия условной вероятности необходимо осуществлять подсчет встречаемости признаков и понимать смысл корреляционных взаимосвязей. Используя образное мышление и метод аналогии (собственный прошлый опыт), следователь подменяет частотную вероятность версии субъективной оценкой искомой вероятности и утверждает, что может достичь результата в поставленной педагогом задаче быстрее и проще. Субъективная вероятность первых двух наиболее вероятных версий, как правило, действительно очень близка к частотной вероятности, вычисленной по программе. Однако, оказывается не ясным то, на чем основан достигнутый результат, кроме того, следователь не может пересмотреть выдвинутые версии при получении новой информации по уголовному делу.

5. Сказывается отсутствие опыта работы с базами данных, что не только не позволяет понять частотную суть условных вероятностей, но имеет более негативные последствия. В силу того, что единственное криминалистически осмысленное действие следователь СКР осуществляет в виде заполнения карточек ИВЦ МВД по единому учету преступлений, то базы данных у него прочно ассоциируются лишь с уголовной статистикой. Поскольку никакой обратной связи он не получает от заполнения статистических карточек, то для него базы данных ассоциируются с бесполезной работой.

Кроме того, существенную роль при обучении играют следующие факторы: состав слушателей курса, изучаемый материал и время, отведенное на обучение. «Скоротечность» обучения и небольшой срок отрыва следователей от работы, когда, зачастую, они еще «погружены» в свои нераскрытые дела создавало установку, которая выражалась в двух

вариантах: во-первых, желании найти немедленного решения конкретной (оставленной дома) задачи, а во-вторых, в требовании высокой практической отдачи от занятия, на фоне неприятия теоретических знаний, особенно таких, которые требуют пересмотра привычного стереотипа раскрытия и расследования.

Таким образом, возникает проблема связи знаний и действий. Согласно работам Гальперина П.Я., Салминой Н.Г. [4, 5]: основу процесса усвоения составляет не восприятие, а действие (внешнее, практическое, или внутреннее, умственное), знания же – это всего лишь средства обучения действиям. С этой точки зрения, ожидания слушателей представляли собой дидактически обоснованные требования создать у каждого из них за время обучения новое действие, содержанием которого являлось раскрытие убийства на основе нового криминалистического средства – компьютерной программы «ФОРВЕР».

До обучения следователь использует в раскрытии преступления здравый смысл и бытовой характер восприятия обстановки. Эмпирически сформированное действие по раскрытию убийства характеризуется тем, что опирается на непосредственные впечатления следователя, получаемые им при осмотре места преступления. При этом за единицу анализа он воспринимает отдельное преступление. Действительно, в криминалистической литературе [6] подчеркивается уникальность конкретного преступления, обеспечивающая возможность идентификации субъекта, примененного орудия или оружия, следов преступления. Однако при раскрытии преступления, на первом плане стоит не идентификационная задача, а диагностическая (классификационная), то есть отнесения конкретного преступления к группе аналогичных, ранее раскрытых преступлений (весьма условно, ее можно отнести к установлению групповой принадлежности).

Для решения этой задачи следователю требуется выделить существенные признаки преступления. Перечень **криминалистически значимых признаков** составляет основу программы «ФОРВЕР». Но следователь не обучен выделению признаков, характеризующих следственную ситуацию и обстановку, в которой совершено преступление. Переход к мышлению с помощью признаков является основой обучения работе с программой и ее применения на практике.

Большие возможности для повышения эффективности обучения, по нашему мнению, дает теория поэтапного формирования умственных действий [7]. Эта теория рассматривает учение как систему определенных видов деятельности, осуществление которой приводит обучаемого к новым знаниям и умениям. Вначале знания формируются как результат внешней деятельности и постепенно становятся внутренними, проходя через определенный ряд этапов. Обучающийся овладевает новым умственным действием лишь тогда, когда он сам выполняет это действие, а не наблюдает со стороны. Однако для того у обучаемого должна иметься

ориентировочная основа действия, позволяющая выполнить его правильно. В любом действии можно выделить три функциональные части: ориентировочную, исполнительную и контрольную. Ориентировочная часть (основа) действия (ООД) выполняет следующие функции: выбор рационального приема исполнения действия, последовательность операций и качественное осуществление этой последовательности. Исполнительная часть связана с непосредственным преобразованием объекта действия. Контрольная часть обеспечивает сопоставление полученных результатов с заданными образцами, коррекцию ООД и исполнение действия.

На рисунке 1 представлена схема этапов действия при раскрытии преступлений (убийств, совершенных без свидетелей). Отличие данной схемы от стандартной процедуры – этап 3 – включение компьютерной программы как нового криминалистического средства. Самой трудной задачей в нашей работе оказалась задача по созданию обучающего сценария, в котором это новое средство стало неотъемлемой частью процедуры раскрытия преступления.

Рассмотрим этапы формирования умственного действия применительно к организации раскрытия преступления с применением компьютерной программы. На первом этапе задается мотивация к выполнению действия. Для этого может служить обсуждение путей выполнения задания группой обучаемых, так называемое погружение в привычную среду. Обучаемым выдаются фото-таблицы, полученные при осмотрах трупов. Далее наступает следующий этап – этап материального действия²⁹, где обучаемые и выполняют действия с развертыванием все новых для них операций. После изучения фотографий мест происшествия, от следователя требуется преобразовать информацию из визуальной формы в систему признаков, которые несут криминалистически значимую информацию, содержащуюся в фото-таблицах. Только после этого, следователь начинает быстро ориентироваться в интерфейсе программы «ФОРВЕР» и может в ней составить запрос с помощью набора существенных признаков. Фактически, программа организует восприятие следователя, позволяет выделить информативные признаки, повысить информативность осмотра, рассчитать вероятности версий и условные вероятности признаков, составляющих портрет предполагаемого преступника. Вот здесь то и происходит переворот в мышлении следователя: метод аналогии работает; на первый план выходят количественные, а не качественные характеристики преступления.

Материальное действие сменяется третьим этапом его формирования – действием в виде громкой речи. При этом происходит

29 Отработке материальной формы действия в теории поэтапного формирования умственных действий придается чрезвычайно большое значение. Именно здесь происходит накопление фактологического материала, на основе которого выявляются необходимые связи и закономерности, различного рода противоречия и несоответствия между старыми и только что полученными знаниями.

дальнейшее обобщение компонентов материального действия. Для этого применяется обсуждение в группе обучаемых полученных результатов по второму этапу. Осмысление результатов второго этапа может потребовать возврата к нему, т.е. повторного применения программы уже с новыми уточненными криминалистическими признаками. Этап перевода действия в умственный план осуществляется во время самостоятельной работы обучаемых по выполнению аналогичных заданий и составления плана расследования.

Пример задания:

На руки слушателям выдается цветная фото-таблица из реального уголовного дела. Из фотографии № 1 видно, что потерпевшей является женщина около 40 лет, обнаруженная мертвой в своей квартире, на шее туго намотанное полотенце, лицо синюшно-багрового цвета. На фотографии № 2 виды в пепельнице окурки сигарет той марки, которую не курила потерпевшая.



Рис. 1. Схема этапов действия при раскрытии преступлений (убийств, совершенных без свидетелей)

Дополнительная информация: со слов дочери из квартиры ничего не похищено, дверь закрыта обычным образом на ключ, ключ хозяйки не обнаружен, потерпевшая проживала одна, не замужем, имела дочь.

Далее требуется выделить криминалистически значимые признаки из данного объема информации.

Полный перечень признаков должен быть следующим:

- Место совершения убийства – частная территория потерпевшей.
- Пол жертвы – женский.
- Возраст жертвы – 35-45 лет.
- Способ убийства – удушение (странгуляционная асфиксия).
- Мотив – предположительно бытовой.

При решении задачи слушатели, как правило (от 70% до 80% слушателей на курсе), ограничиваются указанием двух, а именно четвертым и пятым признаками. Остальные признаки не воспринимаются следователями как носители криминалистически значимой информации. Причиной является ориентированность следователя на поиск материальных следов преступления, тогда как пол и возраст жертвы к ним не относятся.

На следующем этапе слушателям предлагается составить поисковый портрет преступника. В этом случае слушатели отказываются выполнять задание, мотивируя это тем, что им не достаточно информации. Для решения поставленной задачи преподаватель показывает, как организуется работа по оценке фото-таблиц с помощью программы «ФОРВЕР». Слушатели видят весь перечень признаков, которые являются криминалистически значимыми в данной ситуации: место, пол, возраст, способ, мотив. Производится демонстрация работы программы с этими признаками. Результатом становится вероятностный портрет предполагаемого преступника: 37% - сожитель, 25% - знакомый, по 12,5% - муж, пасынок, сосед. Учитывая исходные данные для разработки остаются три версии: сожитель, знакомый, сосед. По тем же известным признакам программа позволяет установить, что преступник мужчина, не женат, ранее судим, в возрасте 29-45 лет.

После получения вероятностного портрета предполагаемого преступника слушатели должны запросить сведения, собранные оперативными работниками о характеристиках круга лиц, которые попадают под указанный портрет. Наибольшее сходство с вероятностным портретом обнаруживается у соседа по лестничной площадке, мужчины в возрасте 39 лет, неженатым, ранее судимым за аналогичное преступление по 105 ч.2, п.к. (убийство, сопряженное с изнасилованием или насильственными действиями сексуального характера).

Анализируя собственный опыт работы по обучению следователей применения программы «ФОРВЕР» в раскрытии убийств, можно сказать, что обучение следователей в качестве пользователя не решает задачи внедрения новых информационных технологий в деятельности раскрытия

и расследования преступлений. Нужно менять методику обучения по производству отдельных следственных действий. Изложенный выше подход создает основу решения дидактической задачи не только для программы «ФОРВЕР», но других компьютерных криминалистических средств.

Литература

1. Толстолицкий В.Ю. Методология криминалистики в информационную эпоху. Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2008. С. 110-120.
2. Толстолицкий В.Ю., Фесик П.Ю. Криминалистически значимые признаки, позволяющие определить пол преступника, при раскрытии убийств с помощью программы «Форвер» // «Черные дыры» в Российском законодательстве, 2009, № 4. С. 126-129.
3. Романов В.П. Интеллектуальные информационные системы в экономике: уч. Пособие. М.: Экзамен, 2007. С. 360.
4. Салмина Н.Г. Виды и функции материализации в обучении. М.: Изд-во МГУ. 1981. С.3.
5. Гальперин П.Я. Психология как объективная наука. М.: Институт практической психологии, 1998.
6. Ларин А.М. Криминалистика и паракриминалистика. М.: Изд-во БЕК, 1996. С. 117.
7. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. М.: Из-во МГУ, 1975, 343с.

Черняев С.И.,

филиал МГТУ им. Н.Э.Баумана в г. Калуге, профессор
ambler@list.ru

Семенов М.Г.,

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
филиал в г. Калуге, доцент
msemenenko@mail.ru

Кондратьева С.Д.

филиал МГТУ им. Н.Э.Баумана в г.Калуге, доцент
ksd@pi8plus.ru

Моделирование синергетических объектов с помощью облачных сервисов системы Mathematica

Аннотация

В статье рассмотрены примеры моделирования самоорганизующихся систем с использованием облачных сервисов системы Mathematica

Введение

Появление компьютеров изменило все области научного познания. В «докомпьютерную» эру наука была «линейной», т. е., как правило, полученные уравнения рассматривались в линейном приближении. Поэтому получаемые результаты не давали полного представления об изучаемом явлении. Исследование нелинейных явлений привело к множеству интересных явлений, невозможных в рамках линейных представлений. Только нелинейные теории смогли описать солитоны и турбулентность в жидкости, цикличность экономического развития, взаимодействие народа и правительства и множество других естественных и социальных явлений. Подобные исследования привели к появлению новых терминов (например, введенных Б. Мандельбротом фракталов) и новой науки, названной Г. Хакеном синергетикой.

В настоящее время выходит множество книг, посвященных синергетике. Как правило, в этих книгах представлены непосредственные итоги самых разнообразных исследований, но не показано, как их можно получить на экране вашего персонального компьютера. В то же время современные системы вычислительной математики дают уникальную возможность специалисту в своей узкой области, отличной от вычислительной математики, повторить исследование, увидеть его результаты и, возможно, сделать собственные выводы и развить собственные идеи.

Ниже мы рассмотрим два классических примера

самоорганизующихся систем, моделирование которых можно провести, используя возможности мощной вычислительной системы Mathematica. На сайте wolfram.com размещены демо-версии некоторых программ, дающих представление о работе ресурса, а также интерактивные примеры, коллекция которых постоянно пополняется (demonstrations.wolfram.com). Эти примеры можно просчитывать, задавая различные параметры, загрузить файл на свой компьютер и работать с ним. Причем не обязательно на ПК должна быть установлена сама программа, поскольку в 2011 г. разработчик выпустил бесплатное приложение Wolfram CDF плеер, позволяющее запускать файлы Mathematica без установки программы. Плеер можно скачать с сайта по адресу <http://www.wolfram.com/cdf-player/>.

Брюсселятор

Брюсселятором называется одномерная модель протекания химических реакций [1, 2]. Пусть вещества-реагенты А и В превращаются в продукты реакции D и E в цепочке промежуточных превращений:



Предположим, что протеканием обратных реакций в системе можно пренебречь, концентрации веществ А и В поддерживаются постоянными, а продукты реакции D и E либо химически инертны, либо немедленно удаляются из системы. Если движение частиц происходит только вдоль некоторой оси x , а изменением концентраций в плоскости, перпендикулярной этой оси, можно пренебречь, то мы имеем так называемую одномерную систему. Тогда, согласно законам химической кинетики [3], концентрации промежуточных продуктов X и Y описываются системой дифференциальных уравнений в частных производных:

$$\begin{aligned} \frac{\partial X}{\partial t} &= D_X \frac{\partial^2 X}{\partial x^2} + k_1 A - k_2 B X + k_3 X^2 Y - k_4 X, \\ \frac{\partial Y}{\partial t} &= D_Y \frac{\partial^2 Y}{\partial x^2} + k_2 B X - k_3 X^2 Y. \end{aligned}$$

Здесь k_{1-4} – константы скоростей прямых реакций, а D_X и D_Y – коэффициенты диффузии веществ X и Y соответственно. Большими буквами обозначаются концентрации соответствующих веществ.

В безразмерном виде написанную выше систему уравнений можно записать как

$$\begin{aligned} \frac{\partial X}{\partial \tau} &= D_X \frac{\partial^2 X}{\partial z^2} + A - (B + 1)X + X^2 Y, \\ \frac{\partial Y}{\partial \tau} &= D_Y \frac{\partial^2 Y}{\partial z^2} + B X - X^2 Y. \end{aligned}$$

Здесь $\tau = t/k_4$, координата $z = x/L$, где L – характерный размер системы (например, длина сосуда, в котором протекает реакция), концентрации веществ X и Y измеряются в единицах $(k_4/k_3)^{1/2}$, а концентрация вещества А – в единицах $(k_4^3/k_1^2 k_3)^{1/2}$.

Рассмотрим стационарное состояние системы, в котором

концентрации X и Y однородны в пространстве и не меняются с течением времени. Приравнявая нулю частные производные по времени в левой части рассматриваемой системы уравнений, получаем значения равновесных концентраций: $X = X_0 = A, Y = Y_0 = B/A$.

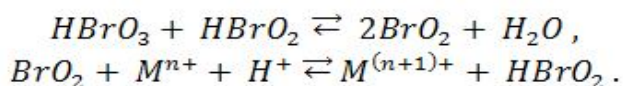
Анализ системы уравнений [4] показывает, что начиная с некоторого критического значения B , пространственно-однородные решения становятся неустойчивыми. В этом случае по истечении определенного времени (времени релаксации) система может приближаться к стационарному состоянию в виде немонотонных пространственно-периодических структур (так называемые диссипативные структуры). При увеличении параметра B в рассматриваемой системе можно также наблюдать возникновение периодических колебаний концентраций. Такие автоколебания в химических системах называют реакцией Белоусова-Жаботинского, по именам ученых, впервые наблюдавших их экспериментально.

Соответствующий численный эксперимент реализован на сайте [5]. Пример реализации показан на рис. 1. В коде программы использована новая опция Manipulate в системе Mathematica8, с помощью которой можно создавать интерактивные движки. Причем при открытии программы в CDF-плеере можно изменять «в живую» значения параметров, даже если сама система на компьютере не установлена. Изменяя параметр B , можно также наблюдать установление в системе равновесных концентраций.

Реакция Белоусова-Жаботинского

Драматическая история открытия химической колебательной реакции Белоусова-Жаботинского (известной в зарубежной печати как BZ-реакция) подробно описана С.Э. Шнолем в [6]. Если взять раствор, содержащий в определенных количествах и разведении лимонную кислоту, сульфат церия, бромат калия и серную кислоту, можно наблюдать чередующиеся изменения окраски раствора от бесцветной к желтой. Если вместо сульфата церия использовать железо-фенантролиновый комплекс, окраска раствора будет меняться с красного цвета на синий.

Колебательный цикл можно качественно описать следующим образом [7-8]. Первая стадия реакции представляет собой цепную реакцию окисления типа



Кислота $HBrO_2$ играет роль автокатализатора. Ингибирование цепной реакции происходит при участии иона Br^- . Когда концентрация $M^{(n+1)+}$ в системе достаточно велика, скорость образования Br^- и его концентрация в растворе также высоки. В результате происходит торможение цепной реакции окисления Mn^{n+} и концентрация $M^{(n+1)+}$ начинает падать, достигая некоторого порогового значения. После этого начинает резко расти концентрация $HBrO_2$, что приводит к ускорению цепной реакции и

концентрации $M^{(n+1)+}$. Затем процесс циклически повторяется. Колебания концентраций окисленной и восстановленной форм катализатора сопровождаются колебаниями окраски раствора от бесцветной к желтой, если катализатор — ионы церия, или от голубой к красной в случае фенантролинового комплекса железа.

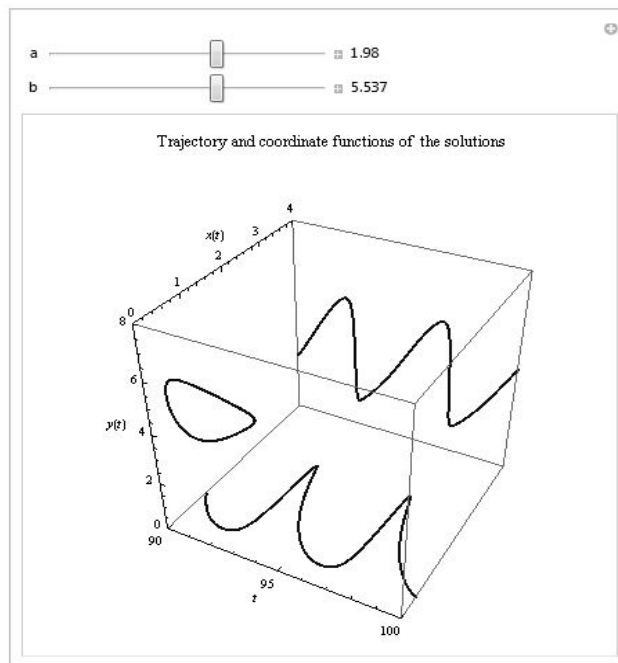


Рис. 1. Периодические колебания концентрации в брюсселяторе

Пример математического моделирования процесса можно найти на сайте [9]. Там же можно найти описание модели и код программы. Если система Mathematica установлена на компьютере, можно проводить моделирование с помощью CDF плеера.

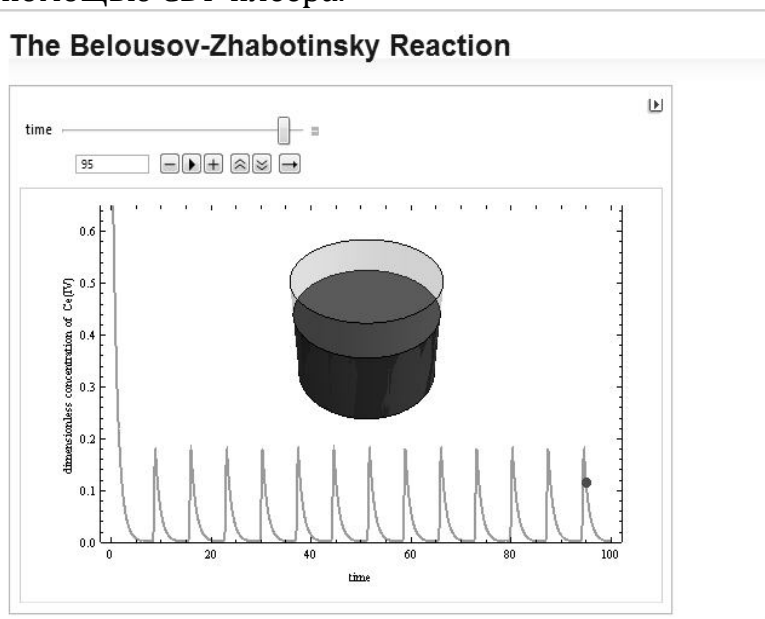


Рис. 2. Моделирование реакции Белоусова-Жаботинского

Литература

1. Николс Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. Пер. с англ. М.: Мир, 1979. –512 с.
2. Пригожин И., Пленсдорф Г. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М.: УРСС, 2003. 280 с.
3. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство / Под ред. акад. Б. П. Никольского. Л.: Химия, 1987. 880 с.
4. Кунин С. Вычислительная физика. Пер. с англ. М.: Мир, 1992. 518 с.
5. Сайт корпорации Wolfram, Inc [Электронный ресурс]. – Режим доступа :<http://demonstrations.wolfram.com/HopfBifurcationInTheBrusselator/>, свободный . – Загл. с экрана.
6. Шноль С. Э. Герои, злодеи, конформисты отечественной науки. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 720 с. (Наука в СССР: Через тернии к звездам).
7. Жаботинский А. М. Концентрационные автоколебания. М.: Наука, 1974. 178 с.
8. Сайт о химии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/488.html> , свободный. – Загл. с экрана.
9. Сайт корпорации Wolfram, Inc [Электронный ресурс]. – Режим доступа :<http://demonstrations.wolfram.com/TheBelousovZhabotinskyReaction/>, свободный. – Загл. с экрана.

Компьютерное моделирование двухпараметрических бифуркаций в задачах нелинейной динамики

1. Введение

Важное место при изучении бифуркационных явлений занимает компьютерное моделирование. Как правило, чем сложнее бифуркация, тем большее значение принимает необходимость компьютерного моделирования. Более того, при изучении сложных бифуркационных явлений компьютерные вычисления часто выходят на первый план. Аналитические методы исследования задач о бифуркациях, как правило, сталкиваются с трудностями вычислительного характера при анализе конкретных моделей. Поэтому здесь актуальным направлением является разработка методов компьютерного моделирования для изучения сложных бифуркационных явлений.

Программы для исследования бифуркационных явлений создавались в разных местах и с разными целями. Одним из основоположников здесь является А.И.Хибник, который еще в 70-е годы прошлого столетия в Научно-исследовательском вычислительном центре АН СССР разработал комплекс программ на ФОРТРАНе для однопараметрического исследования бифуркаций периодических решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Эти программы стимулировались, в первую очередь, интересами биологов [1]. Существенный вклад в разработку программ компьютерного моделирования бифуркаций внесли Хэссард Б., Казаринов Н., Вэн И. [2], и, в особенности, Ю.А.Кузнецов[3], принимавший непосредственное участие в разработке таких программ **CONTENT**, **MATCONT** и **AUTO**, широко используемых в теоретических и прикладных исследованиях. Эти программы позволяют проводить исследование различных нелинейных динамических систем, моделировать и визуализировать динамику, строить бассейны притяжения, вычислять ляпуновские показатели, проводить бифуркационный анализ, вычислять размерностные характеристики и т.д. В Интернете есть несколько сайтов, на которых поддерживается обширный список программного обеспечения для исследования нелинейных динамических систем (см., например, www.dynamicalsystems.org).

Указанные программы носят в основном пользовательский характер. Они малоэффективны в учебном процессе подготовки специалистов в области математики и информационных технологий, когда требуется не только провести исследование какого-либо явления, но и получить соответствующие теоретические сведения, необходимые при разработке

соответствующих программ. В настоящей работе предлагаются алгоритмы исследования двухпараметрических бифуркационных задач. Такие задачи часто возникают в теории и приложениях [3, 4]. Предлагаемые алгоритмы реализованы в пакете MatLab. Выбор MatLab как основного инструмента определяется использованием большого числа векторов, матриц и их преобразований. В программный комплекс вошли как теоретические построения, необходимые в учебном процессе, так сами алгоритмы и программы, позволяющие строить решения бифуркационных задач в терминах исходной постановки. Для всех основных сценариев двухпараметрических бифуркаций реализованы программы численного расчета, позволяющие получить бифурцирующие решения и соответствующие значения параметров.

Ниже приводятся основные положения предлагаемого операторного метода исследования двухпараметрических бифуркационных задач, его приложения к задаче локализации языков Арнольда [3-5] нелинейных динамических систем и некоторые численные результаты.

2. Операторный метод.

Приведем в краткой форме основные положения операторного метода [6] исследования многопараметрических бифуркационных задач. Ограничимся рассмотрением двухпараметрических задач для операторных уравнений на плоскости.

Рассмотрим зависящее от двумерного параметра $\mu = (\alpha, \beta) \in R^2$ операторное уравнение

$$x = B(\mu)x + b(x, \mu), \quad x \in R^2, \quad (1)$$

в котором квадратная матрица $B(\mu)$ второго порядка непрерывно дифференцируемо зависит от μ , а нелинейность $b(x, \mu)$ также гладко зависит от μ и представима в виде

$$b(x, \mu) = b_2(x, \mu) + b_3(x, \mu) + \tilde{b}_4(x, \mu),$$

где $b_2(x, \mu)$ и $b_3(x, \mu)$ содержат, соответственно, квадратичные и кубические по x слагаемые, а $b_4(x, \mu)$ является гладкой по x , при этом $\tilde{b}_4(x, \mu) = O(\|x\|^4)$, $x \rightarrow 0$, равномерно по μ .

Уравнение (1) при всех значениях μ , имеет нулевое решение $x=0$. Говорят [6], что значение μ_0 является точкой бифуркации ненулевых решений уравнения (1), если существует последовательность $\mu_k \rightarrow \mu_0$ такая, что при уравнение (1) имеет ненулевое решение $x = x_k$, причем $\|x_k\| \rightarrow 0$ при $k \rightarrow \infty$.

Как правило, бифуркации ненулевых решений уравнения (1) имеют направленный характер; приведем соответствующее определение. Пусть $e \in R^2$ - некоторый ненулевой вектор. Значение μ_0 параметра μ назовем правильной точкой бифуркации уравнения (1) по направлению вектора e , если существуют $\varepsilon_0 > 0$ и определенные при $\varepsilon \in [0, \varepsilon_0]$ непрерывные функции такие, что:

- $\mu(0) = \mu_0, x(0) = 0;$

- $\|x(\varepsilon) - \varepsilon e\| = o(\varepsilon)$ при $\varepsilon \rightarrow 0$;
- для каждого $\varepsilon \geq 0$ вектор $x(\varepsilon)$ является решением уравнения (1) при $\mu = \mu(\varepsilon)$. Векторы $x(\varepsilon)$ и значения $\mu(\varepsilon)$ назовем бифурцирующими решениями уравнения (1).

Лемма 1. Пусть значение μ_0 параметра μ является правильной точкой бифуркации уравнения (1) по направлению вектора e . Тогда вектор e будет собственным для матрицы $B(\mu_0)$, отвечающим собственному значению 1.

Ниже будем предполагать, что матрица $B(\mu_0)$ имеет полупростое собственное значение 1 кратности 2; другими словами, пусть $B(\mu_0) = I$, где I - единичная матрица второго порядка. Обозначим $\mu_0 = (\alpha_0, \beta_0)$ и $B_0 = B(\mu_0)$.

Пусть e, g и e^*, g^* - две пары линейно независимых векторов, выбранные исходя из соотношений:

$$(e, e^*) = (g, g^*) = 1, (e, g^*) = (g, e^*) = 0. \quad (2)$$

Положим

$$S = \begin{bmatrix} B'_\alpha(\alpha_0, \beta_0)e, e^* & B'_\beta(\alpha_0, \beta_0)e, e^* \\ B'_\alpha(\alpha_0, \beta_0)e, g^* & B'_\beta(\alpha_0, \beta_0)e, g^* \end{bmatrix} \quad (3)$$

Здесь B'_α и B'_β - матрицы, полученные дифференцированием матрицы по α и β соответственно.

Теорема 1. Пусть

$$\det S \neq 0. \quad (4)$$

Тогда μ_0 является правильной точкой бифуркации уравнения (1) по направлению вектора e .

Ниже используются обозначения

$$b_2 = b_2(e, \alpha_0, \beta_0), b_3 = b_3(e, \alpha_0, \beta_0), \quad (5)$$

$$b'_{2x} = b'_{2x}(e, \alpha_0, \beta_0), b'_{2\alpha} = b'_{2\alpha}(e, \alpha_0, \beta_0), b'_{2\beta} = b'_{2\beta}(e, \alpha_0, \beta_0). \quad (6)$$

Положим

$$Fh = [(h, e^*)B'_\alpha e + (h, g^*)B'_\beta e], \quad h \in R^2, \quad (7)$$

где обозначено $B'_\alpha = B'_\alpha(\alpha_0, \beta_0)$ и $B'_\beta = B'_\beta(\alpha_0, \beta_0)$. В силу условия (4) линейный оператор $F: R^2 \rightarrow R^2$ обратим. Положим

$$\Gamma_0 = F^{-1}: R^2 \rightarrow R^2. \quad (8)$$

Лемма 2. Оператор $\Gamma_0 = F^{-1}$ вычисляется по формуле $\Gamma_0 y = J_\alpha(y)e + J_\beta(y)g$. Здесь функционалы $J_\alpha(y)$ и $J_\beta(y)$ - это компоненты вектора

$$J(y) = \begin{bmatrix} J_\alpha(y) \\ J_\beta(y) \end{bmatrix}$$

который вычисляется по формуле $J(y) = -S^{-1} \gamma(y)$, где S - матрица

(3) и

$$\gamma(y) = \begin{bmatrix} (y, e^*) \\ (y, g^*) \end{bmatrix}.$$

Положим далее

$$e_1 = \Gamma_0 b_2, \quad \alpha_1 = J_\alpha(b_2), \quad \beta_1 = J_\beta(b_2), \quad (9)$$

$$e_2 = \Gamma_0(\varphi + b_3), \quad \alpha_2 = J_\alpha(\varphi + b_3), \quad \beta_2 = J_\beta(\varphi + b_3), \quad (10)$$

здесь

$$\begin{aligned} \varphi = & \alpha_1 B'_\alpha \Gamma_0 b_2 + \beta_1 B'_\beta \Gamma_0 b_2 + \frac{\alpha_1^2}{2} B''_{\alpha\alpha} e + \alpha_1 \beta_1 B''_{\alpha\beta} e + \frac{\beta_1^2}{2} B''_{\beta\beta} e + \\ & + b'_{2x} \Gamma_0 b_2 + \alpha_1 b'_{2\alpha} + \beta_1 b'_{2\beta} \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь Γ_0 - оператор (8), $B'_\alpha, B'_\beta, B''_{\alpha\alpha}, B''_{\alpha\beta}, B''_{\beta\beta}$ - матрицы, полученные дифференцированием матрицы $B(\alpha, \beta)$ по α и (или) β нужное число раз в точке (α_0, β_0) ; используются также обозначения (5) и (6).

Теорема 2. Существующие в условиях теоремы 1 бифурцирующие решения $x(\varepsilon), \alpha(\varepsilon)$ и $\beta(\varepsilon)$ уравнения (1) представимы в виде

$$x(\varepsilon) = \varepsilon e + \varepsilon^2 e_1 + \varepsilon^3 e_2 + o(\varepsilon^3), \quad (12)$$

$$\alpha(\varepsilon) = \alpha_0 + \varepsilon \alpha_1 + \varepsilon^2 \alpha_2 + o(\varepsilon^2), \quad \beta(\varepsilon) = \beta_0 + \varepsilon \beta_1 + \varepsilon^2 \beta_2 + o(\varepsilon^2). \quad (13)$$

3. Локализация языков Арнольда.

В качестве приложения рассматривается зависящая от двумерного параметра $\mu(\alpha, \beta)$ динамическая система с дискретным временем

$$x_{n+1} = A(\alpha, \beta)x_n + a(x_n, \alpha, \beta), \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad x_n \in R^2, \quad (14)$$

в которой $A(\alpha, \beta)$ - это матрица

$$A(\alpha, \beta) = (1 + \alpha)Q(\beta), \quad (15)$$

где

$$Q(\beta) = \begin{bmatrix} \cos 2\pi(\theta_0 + \beta) & -\sin 2\pi(\theta_0 + \beta) \\ \sin 2\pi(\theta_0 + \beta) & \cos 2\pi(\theta_0 + \beta) \end{bmatrix}. \quad (16)$$

Предполагается, что нелинейность $\alpha(x, \alpha, \beta)$, представима в виде:

$$\alpha(x, \alpha, \beta) = \alpha_2(x, \alpha, \beta) + \alpha_3(x, \alpha, \beta) + \tilde{\alpha}_4(x, \alpha, \beta), \quad (17)$$

где $\alpha_2(x, \alpha, \beta)$ и $\alpha_3(x, \alpha, \beta)$ содержат, соответственно, квадратичные и кубические по x слагаемые, а $\tilde{\alpha}_4(x, \alpha, \beta)$ является гладкой по x , при этом $\tilde{\alpha}_4(x, \alpha, \beta) = O(\|x\|^4)$, $x \rightarrow 0$, равномерно по α и β .

Матрица имеет пару простых собственных значений

$$\lambda(\alpha, \beta) = (1 + \alpha)e^{\pm 2\pi(\theta_0 + \beta)i}. \quad (18)$$

При этом матрица $A(0, 0)$ имеет пару простых собственных значений $e^{\pm 2\pi(\theta_0 + \beta)i}$, где $0 < \theta_0 \leq \frac{1}{2}$ и рационально: $\theta_0 = \frac{p}{q}$ - несократимая дробь.

В указанных предположениях положение равновесия $x^* = 0$ системы (14) при $\mu_0 = (0, 0)$ является негиперболическим, а значение $\mu = \mu_0$ является

бифуркационным.

Пусть P - это плоскость параметров $\mu=(\alpha, \beta)$ системы (14). Сценарии бифуркаций в окрестности точки $x^*=0$ равновесия системы (14) определяются характером перехода параметра $\mu \in P$ через точку μ_0 . Здесь могут возникать или исчезать периодические решения различных периодов.

Одним из основных сценариев (но не единственным) здесь является бифуркация q -циклов системы (14), когда при значениях параметров μ близких к μ_0 у системы (14) возникают циклы периода q , при этом амплитуды циклов стремятся к нулю при стремлении точки μ к μ_0 .

На плоскости P образуется характерная структура областей режимов нелинейной системы (14), которая представляет собой области синхронизации с разным соотношением параметров α и β . Эти области имеют клювообразную форму или языка $\Psi(\alpha^*, \beta^*)$ вершины которых лежат в тех точках кривой (α^*, β^*) , в которых матрица $A(\alpha^*, \beta^*)$ имеет собственные значения $e^{\pm 2\pi(\theta_0 + \beta)i}$ с рациональным $\theta^* : \theta^* = \frac{1}{m}$.

Такие языки соответствуют областям значений параметров (α, β) , при которых система (14) имеет периодические режимы периода m , амплитуды которых стремятся к нулю при стремлении точки (α, β) , к (α^*, β^*) . Другими словами, множество $\Psi(\alpha^*, \beta^*)$ содержит те последовательности $(\alpha_k, \beta_k) \rightarrow (\alpha^*, \beta^*)$, при которых реализуется сценарий бифуркации m -циклов системы (14).

Таким образом, указанные языки $\Psi(\alpha^*, \beta^*)$ соответствуют рационально синхронизированным (в естественном смысле) соотношениям параметров и . Между указанными языками существуют области квазипериодических режимов с иррациональным соотношением параметров. Основные черты этой картины были выявлены российским математиком В.И.Арнольдом [5], так что система языков синхронизации, соответствующих рационально синхронизированным соотношениям параметров, получила название языков Арнольда.

Указанная структура областей режимов имеет локальный характер. При удалении параметров α и β от точки (α^*, β^*) области периодических режимов вытесняют квазипериодические, и языки начинают перекрываться. Становится возможным хаос. Систему языков Арнольда можно наблюдать в возбуждаемых периодическим сигналом автоколебательных системах, в задачах о взаимной синхронизации двух автоколебательных систем и др. (см., например, [7]).

При $m \geq 5$ языки Арнольда соприкасаются в точке $e^{2\pi\theta i}$; в этом случае язык Арнольда $\Psi(l, m)$ в малой окрестности точки $e^{2\pi\theta i}$ фактически вырождается в кривую. При $m \leq 4$ язык Арнольда $\Psi(l, m)$ представляет собой существенно более широкое множество. Такое устройство языков Арнольда обуславливается структурой так называемых резонансных членов в тейлоровском разложении отображения $F(x, \mu)$ в нуле. За

существование циклов малых периодов $m \leq 4$ отвечают главные резонансные члены. Соответственно, циклы малых периодов у системы (14) наблюдаются достаточно часто, а длиннопериодические циклы (при $m \geq 5$) являются нетипичными и наблюдаются редко.

Положим

$$e(t) = \begin{bmatrix} \cos t \\ \sin t \end{bmatrix}, \quad g(t) = \begin{bmatrix} -\sin t \\ \cos t \end{bmatrix}, \quad (19)$$

и

$$b_2(t) = Q^{q-1} a_2(e(t), \mu_0) + Q^{q-2} a_2(Qe(t), \mu_0) + \dots \\ + Q a_2(Q^{q-2} e(t), \mu_0) + a_2(Q^{q-1} e(t), \mu_0), \quad (20)$$

где $Q=Q(0)$, а $Q(\beta)$ - матрица (16). Аналогично определяется вектор-функция $b_3(t)$. Далее, определим функции

$$\alpha_1(t) = -\frac{1}{q} (b_2(t), e(t)), \quad \beta_1(t) = -\frac{1}{2\pi q} (b_2(t), g(t)) \quad (21)$$

$$\chi(t) = q \left[\frac{1}{2} \alpha_1^2(t)(1+q) - 2\pi \beta_1^2(t)(1+\pi q) \right] e(t) + \alpha_1(t) \beta_1(t) q(1+2\pi+2\pi q) g(t) + \\ + b'_{2x}(t) (\alpha_1(t) e(t) + \beta_1(t) g(t)) + \alpha_1(t) b'_{2\alpha}(t) + \beta_1(t) b'_{2\beta}(t), \quad (22)$$

$$\alpha_2(t) = -\frac{1}{q} (\chi(t) + b_3(t), e(t)), \quad \beta_2(t) = -\frac{1}{2\pi q} (\chi(t) + b_3(t), g(t)). \quad (23)$$

Для каждого $t \in [0, 2\pi]$ определим кривую $\Gamma(p, q, e(t))$, определяемую равенством

$$z = (1 + \alpha(\varepsilon, t)) e^{2\pi(\theta_0 + \beta(\varepsilon, t))i}, \quad 0 \leq \varepsilon \leq 1. \quad (24)$$

(точка каждой из кривых $\gamma(p, q, e(t))$ при совпадает с точкой $e^{2\pi\theta_0 i}$).

Языком Арнольда $\Psi(p, q)$ системы (14) будем называть множество

$$\Psi(p, q) = \bigcup_{t \in [0, 2\pi]} \gamma(p, q, e(t)). \quad (25)$$

Приведем теперь основные утверждения работы, позволяющие локализовать определенные равенством (25) языки Арнольда $\Psi(p, q)$ системы (14). Здесь принципиально различными являются случаи $q \geq 5$ и $q \leq 4$. Первый из этих случаев называют слабрезонансным, а второй - сильнорезонансным. Рассмотрим сначала слабрезонансный случай.

Теорема 3. Пусть $q \geq 5$. Тогда язык Арнольда $\Psi(p, q)$ системы (14) определяется равенством (25), в котором $\gamma(p, q, e(t))$ - это (при фиксированном t) кривая, описываемая уравнением (24); здесь

$$\alpha(\varepsilon, t) = \alpha_2 \varepsilon^2 + \varepsilon^3 \alpha_3(\varepsilon, t), \quad \beta(\varepsilon, t) = \beta_2 \varepsilon^2 + \varepsilon^3 \beta_3(\varepsilon, t). \quad (26)$$

α_2 и β_2 - числа (23) (т.е. указанные функции принимают постоянные значения), а функции $\alpha_3(\varepsilon, t)$ и $\beta_3(\varepsilon, t)$, непрерывны и являются 2π -периодическими по t .

Из равенств (24) и (26) следует, что для $q \geq 5$ при малых $\varepsilon \geq 0$ языки Арнольда $\Psi(p, q)$ системы (14) чрезвычайно узкие. А именно, если числа

α_2 и β_2 являются ненулевыми, то множество $\Psi(p, q)$ локально можно отождествить с кривой $\Psi(p, q)$, описываемой уравнением

$$z = (1 + \alpha_2 \xi) e^{2\pi(\theta_0 + \beta_2 \xi)i}, 0 \leq \xi \leq 1. \quad (27)$$

начинающейся (при $\xi=0$) из точки $e^{\varphi_0 i}$ на единичной окружности $S \in C$; здесь $\varphi_0 = 2\pi p/q$.

Рассмотрим теперь сильнорезонансный случай, т.е. пусть $2 \leq q \leq 4$. В этом случае языки Арнольда $\Psi(p, q)$ системы (14) в естественном смысле существенно шире, чем при $q \geq 5$. Например, верна

Теорема 4. Пусть $q=4$. Тогда язык Арнольда $\Psi(p, q)$ системы (14) определяется равенством (23) (где $p=1$ и $q=4$), в котором $\gamma(p, q, e(t))$ - это (при фиксированном t) кривая, описываемая уравнением (24) при

$$\alpha(\varepsilon, t) = \alpha_2(t)\varepsilon^2 + \varepsilon^3 \alpha_3(\varepsilon, t), \quad \beta(\varepsilon, t) = \beta_2(t)\varepsilon^2 + \varepsilon^3 \beta_3(\varepsilon, t), \quad (28)$$

здесь $\alpha_2(t)$ и $\beta_2(t)$ - функции (23) (при $q=4$), а функции $\alpha_3(\varepsilon, t)$ и $\beta_3(\varepsilon, t)$, непрерывны и являются 2π -периодическими по t .

Таким образом, для $q=4$ языки Арнольда $\Psi(p, q)$ системы (14) локально можно отождествить с совокупностью (по $t \in [0, 2\pi]$) кривых, описываемых уравнениями

$$z = (1 + \alpha_2(t)\xi) e^{2\pi(\theta_0 + \beta_2(t)\xi)i}, 0 \leq \xi \leq 1. \quad (29)$$

4. Пример.

В качестве примера рассмотрим дискретную систему

$$x_{n+1} = A(\alpha, \beta)x_n + \alpha_3(x_n), n = 0, 1, 2, \dots, \quad (30)$$

в которой $A(\alpha, \beta) = (1 + \alpha)Q(\beta)$, где

$$Q(\beta) = \begin{bmatrix} \cos 2\pi(0,25 + \beta) & -\sin 2\pi(0,25 + \beta) \\ \sin 2\pi(0,25 + \beta) & \cos 2\pi(0,25 + \beta) \end{bmatrix}$$

а нелинейность $\alpha_3(x)$ имеет вид $\alpha_3(x) = \begin{bmatrix} x_1^3 + 2x_2^3 \\ 2x_1x_2^2 \end{bmatrix}$. Так как $Q(0) = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$, то в

этом примере имеем $\theta_0 = 1/4$. Для локализации языка Арнольда $\Psi(1, 4)$ системы (30) воспользуемся теоремой 4. Из этой теоремы следует, что множество $\Psi(1, 4)$ локально можно отождествить с совокупностью кривых (29). Вычислим функции $\alpha_2(t)$ и $\beta_2(t)$. Имеем: $b_2(t) \equiv 0$ и

$$b_3(t) = Q^3 \alpha_3(e(t)) + Q^2 \alpha_3(Qe(t)) + Q \alpha_3(Q^2 e(t)) + \alpha_3(Q^3 e(t)),$$

где $Q = Q(0)$. Несложные вычисления приводят к равенству

$$b_3(t) = 2 \begin{bmatrix} 2 \sin^2 t \cos t + \sin^3 t - 2 \cos^3 t \\ 2 \sin t \cos^2 t - 2 \sin^3 t - \cos^3 t \end{bmatrix}$$

Тогда

$$\alpha_2(t) = -\frac{1}{4}(b_3(t), e(t)) = \frac{1}{4} \cos 2t (4 \cos 2t + \sin 2t),$$

$$\beta_2(t) = -\frac{1}{8\pi}(b_3(t), g(t)) = \frac{1}{8\pi} (1 + \cos^2 2t - 4 \sin 4t).$$

Подставляя эти формулы в (29) и проведя анализ полученного

равенства получим, что локально язык Арнольда $\Psi(1,4)$ системы (30) заключен между двумя кривыми γ_1 и γ_2 , которые описываются, соответственно, уравнениями

$$z = (1 + \alpha_1 \xi) e^{2\pi(0,25 + \beta_1 \xi)i}, z = (1 + \alpha_2 \xi) e^{2\pi(0,25 + \beta_2 \xi)i} \quad (0 \leq \xi \leq 1);$$

здесь

$$\alpha_1 = \frac{1}{2}, \beta_1 = \frac{3 - \sqrt{17}}{16\pi}, \alpha_2 = \frac{4 - \sqrt{17}}{8}, \beta_2 = \frac{3}{16\pi}$$

Полученный результат подтверждается и прямым численным вычислением языка Арнольда $\Psi(1,4)$ системы (30) в соответствии с формулами теоремы 4 (см. Рис. 5).

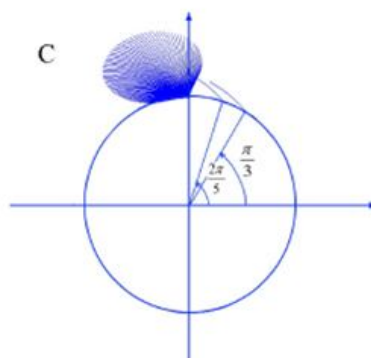


Рис. 5. Языки Арнольда системы (30)

На этом рисунке изображены языки Арнольда системы (30), отвечающие одному сильному ($q=4$) резонансу (на рисунке этому языку отвечает широкое множество) и двум слабым ($q=5$ и $q=6$) резонансам (на рисунке этим языкам отвечают фактически две кривые).

Литература

1. Базыкин А.Д., Кузнецов Ю.А., Хибник А.И. Портреты: бифуркаций (Бифуркационные диаграммы динамических систем на плоскости) // Серия "Новое в жизни, науке, технике. Математика, кибернетика". М.: Знание, 1989.
2. Хэссард Б., Казаринов Н., Вэн И. Теория и приложения бифуркации рождения цикла. М.: Мир, 1985.
3. Kuznetsov Yu. A. Elements of Applied Bifurcation Theory. // Applied Mathematical Sciences (V. 112), Springer-Verlag, New-York etc., 1995.
4. Гукенхеймер Дж., Холмс Ф. Нелинейные колебания, динамические системы и бифуркации векторных полей. - Москва-Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., 2002.
5. Арнольд В.И. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. - Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2000.
6. Юмагулов М.Г. Операторный метод исследования правильной бифуркации в много-параметрических системах // Доклады АН. 2009. Т. 424, № 2. С. 177-180.
7. Магницкий Н.А., Сидоров С.В. Новые методы хаотической динамики. - М.: Едиториал УРСС, 2004.

СЕКЦИЯ 7. ШКОЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПО ИНФОРМАТИКЕ

Волкова Е.П.,

Липецкий государственный педагогический университет, старший
преподаватель
volkova.lenochka@mail.ru

Павлов Е.Н.,

Департамент образования администрации города Липецка
umz@inbox.ru

Шуйкова И.А.

Липецкий государственный педагогический университет, к.т.н.,
доцент
shujkova_i_a@inbox.ru

Дополнительное образование школьников, проявляющих способности в изучении информатики, в системе образования города Липецка

Аннотация

В работе изложены подходы к непрерывному образованию школьников, проявляющих способности к изучению отдельных дисциплин, в рамках деятельности созданного в городе Липецке Центра «Стратегия» как Центра дополнительного образования детей.

В последние годы усилилось внимание общества, Правительства РФ, Президента лично к проблеме работы с талантливыми детьми и молодежью. Это одно из значимых направлений инициативы президента «Наша новая школа», утвержденной в 2010 году, это и целая Концепция общенациональной системы выявления и развития молодых талантов, утвержденная в апреле 2012 года, это Указ Президента о мерах по реализации государственной политики в области образования и науки от 7 мая 2012 года. Суть этих документов в отношении работы с одаренными обучающимися в том, что обозначается миссия государства – обеспечение по возможности равных условий для выявления и поддержки одаренных детей и молодежи, независимо от сферы одаренности, социального положения и имущественных возможностей семей.

В России к настоящему времени сложились отдельные образовательные территории, где успешно и с прицелом на будущее работают с одаренными детьми и подростками, готовя их к включению в дальнейшую творческую профессиональную жизнь [1]. В разных субъектах Российской Федерации эта работа ведется по-разному: создаются интернаты для детей, проявляющих способности; существуют специализированные школы; разрабатываются и внедряются в

образовательную практику дистанционные курсы для одаренных детей. В Липецке с целью создания муниципальной системы выявления и сопровождения одаренных детей в 2010 году был создан Центр дополнительного образования детей «Стратегия», образовательная деятельность которого началась в январе 2011 года. Идея создания Центра базировалась на многолетнем опыте департамента образования администрации города Липецка по работе с одаренными детьми и явилась консолидацией усилий общеобразовательных учреждений города по данному направлению работы [2]. Образовательная деятельность Центра осуществляется за счет субсидий городского бюджета, что обеспечивает бесплатное дополнительное образование детей, проявляющих способности к изучению отдельных дисциплин. Конкурсный прием школьников в Центр является гарантом высокого уровня подготовки и сложившейся мотивации к интеллектуальному труду обучающихся «Стратегии»

Центр оказывает следующие муниципальные услуги: предоставление дополнительного образования по дополнительным образовательным программами предоставление дополнительного образования по подготовке обучающихся к заключительному этапу Всероссийской олимпиады школьников. Всего в Центре реализуется 19 предметных направлений подготовки для школьников 7-11 классов: математика, физика, информатика, русский язык, литература и т.д. Организована работа и научно-исследовательских групп по математике и физике. В Центре проходят обучение ежегодно более 580 человек в малокомплектных группах не более десяти человек по каждому предмету и четырем возрастным направлениям. Таким образом, можно говорить о непрерывном образовании школьников, посещающих занятия Центра «Стратегия», сочетающем в себе общеобразовательный курс предметной подготовки (школьное обучение) и курс обучения по дополнительной образовательной программе по данному предмету (обучение в Центре). Обучение ведется по авторским образовательным программам высококвалифицированными вузовскими преподавателями, имеющими опыт подготовки школьников к олимпиадам всероссийской олимпиады школьников. Одна из стратегий психолого-педагогического сопровождения одаренных подростков в Центре - коучинг как это движение от цели к решению проблем. Именно такая стратегия должна быть ведущей в работе с одаренными детьми, для которых проблемы выстраивания жизни, проблемы смысла и целей самоактуализации являются самыми значимыми и самыми трудными [3].

Остановимся подробнее на дополнительном образовании школьников, проявляющих способности к изучению информатике. Подготовка к олимпиаде по информатике, как, впрочем, и подготовка к любой другой олимпиаде, требует отбора детей с определенным уровнем мотивации. В январе каждого года проводятся вступительные испытания в Центр «Стратегия» для школьников 7-10 классов, по результатам которых происходит зачисление ребят. Заметим, что в 7 классе многие школьники

не владеют навыками программирования им предлагается теоретическая работа по составлению алгоритма для решения предложенной задачи. В этом случае важно развитое логическое мышление и умение предлагать идеи решения задачи в виде алгоритмов на естественном языке. В старших классах в качестве вступительных испытаний предлагается набор олимпиадных задач уровня муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников.

Для успешного выступления в олимпиадах необходима целенаправленная подготовка, которая должна обеспечить отличное владение практическими и теоретическими знаниями. Каждый годовой курс обучения в Центре «Стратегия» (с января по декабрь текущего календарного года) рассчитан на подготовку в объеме 144 академических часов (4 академических часа в неделю). Курс обучения по информатике в 7 классе имеет своей целью овладение навыками программирования, изучение основных алгоритмов, развитие логического мышления и привитие интереса к решению олимпиадных задач по программированию. В качестве развития у школьников навыков решения олимпиадных задач, обучающимся предлагается решать задачи с сайтов, содержащих встроенные проверяющие системы. Работа в системе позволяет адаптировать школьников к олимпиадам по программированию, так как практика показывает, что при тестировании предлагаемых задач оказываются не учтенными их тонкости, из-за которых программа может работать не на всех тестах, в результате чего решение не засчитывается. Привитие интереса к работе с такого рода системами, развитие соревновательного и конкурентного духа между школьниками в одной группе можно рассматривать как важнейшую мотивационную составляющую в подготовке к решению задач по программированию. Преподавателями для обучающихся Центра «Стратегия» в начале года разрабатываются образовательные траектории их участия в олимпиадах школьников. Среди которых можно выделить турнир Архимеда по программированию (г.Москва), Дистанционная олимпиада школьников по информатике (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), Московская олимпиада по информатике (Департамент образования г.Москвы, МГУ им. М.В.Ломоносова, МИОО, ВШЭ, МЦНМО) и др. Залогом дальнейшего успеха школьников является формирование у них навыков самостоятельной работы, участие в индивидуальных соревнованиях по программированию. Только при условии высокой мотивации к участию в соревнованиях у семиклассников (восьмиклассников) можно добиться в дальнейшем устойчивых результатов обучения методам программирования в 9-11 классах.

Особую роль в работе с одаренными детьми играют летние и зимние профильные загородные смены, давно апробированные в нашей стране. В Липецке второй год подряд проводятся летние информационно-

математические смены, участники которых – обучающиеся и преподаватели Центра «Стратегия». В рамках летних смен ребята проходят интенсивный курс обучения по программированию, участвуют в практикумах-тренировках решения олимпиадных задач, занимаются с психологами с целью развития навыков саморегуляции, развития соревновательного духа, индивидуальной «настройке» на результат. В качестве преподавателей в летние школы приглашаются не только преподаватели вузов, работающие с ребятами в течение года, но и студенты-старшекурсники Липецкого государственного педагогического и Липецкого государственного технического университетов – участники командных и индивидуальных соревнований по программированию. Школьникам очень важно общение с молодыми, близкими себе по духу студентами, которые примером своих собственных результатов могут служить подросткам образцами для подражания. Такие смены позволяют сплотить коллектив, сформировать команды для участия в соревнованиях, выработать устойчивое желание двигаться вперед. Отметим, что финансирование участия школьников в такого рода сменах осуществляется за счет средств городского бюджета. То есть, участие в смене для ребят, показавших наилучшие результаты обучения на занятия в учебном году, является полностью бесплатным. Наряду с летними профильными сменами с 2013 года будут организовываться зимние профильные смены для способных ребят.

По инициативе управления образования и науки липецкой области в течение последних пяти лет в области проводится очно-заочная школа «Одаренный ребенок»осеню-зимой каждого года [4]. Целью школы является дистанционная подготовка обучающихся 7-10 классов, не имеющих возможности заниматься на очных занятиях (например, живущих в удаленной сельской местности), к муниципальному и региональному этапу всероссийской олимпиады школьников. Занятия проводятся при помощи системы ин-класс, в которой по заранее определенному расписанию размещаются теоретические конспекты занятий и задания для домашнего выполнения. Сданные по графику выполненные домашние задания проверяются преподавателями, на основе чего формируется динамический рейтинг каждого участника ОЗШ «Одаренный ребенок». Предусмотрены и видеоконференции, в ходе проведения которых преподаватели разбирают наиболее сложные задания и отвечают на вопросы. По окончании работы очно-заочной школы проходит, так называемый, он-лайн день, на котором ребята и преподаватели встречаются уже лично на завершающих очных занятиях. В 2012 году контингент школьников липецкой области и города Липецка, участвующих в очно-заочной школе составил более 300 человек. По материалам школы выпускаются печатные пособия, которые впоследствии смогут получить не только новые участники очно-заочной школы, но и школьные учителя.

Для наиболее заинтересованных подростков, интересующихся

современной наукой, Центр «Стратегия» организовал работу научно-популярного лектория Центра, работа которого проходит ежемесячно в виде публичных лекций известных преподавателей вузов города. На лекциях по тематике физико-математических и компьютерных дисциплин выступили доценты факультета физико-математических и компьютерных дисциплин с темами: «Компьютер и человек – полвека вместе. IT-эволюция и направления дальнейшего развития», «Криптографические алгоритмы – взгляд изнутри. Математические основы криптографии», «Системы искусственного интеллекта. Математические основы и реализация», «Инварианты – одинаковые и разные». Приглашенными лекторами стали представители НИЯУ МИФИ, которые представили участникам лектория доклады на темы: «Невидимая вселенная», «Эксперимент «Памела», «Создание системы распределенных компьютерных вычислений GRID».

Все вышеперечисленные события формируют необходимую для развития способностей социальную среду.

Социальная среда в ее широком и узком смысле влияет на развитие ребенка так же, как и одаренные дети оказывают свое влияние на среду, составляя ее духовно-нравственный потенциал. И от того, насколько грамотно будут выстроены стратегии работы с одаренными детьми, зависит не только будущий творческий продукт - суть ожиданий от одаренных детей, но и устойчивость нашего общества в целом [3].

Системность работы Центра может быть обеспечена только всеми вышеописанными направлениями дальнейшего развития. И первые шаги на этом пути уже есть.

Литература

1. Рубцов В. В. Работа с одаренными детьми требует ювелирной точности. //Учительская газета». 1 марта 2011.
2. Шуйкова И.А., Павлов Е.Н. Выявление и сопровождение одаренных детей в системе дополнительного образования города Липецка //Материалы Всероссийской научно-практической конференция «Одаренные дети и молодежь: диагностика и мониторинг развития одаренности», МГППУ, март 2012.
3. Юркевич В.С. Одаренные дети: сегодняшние тенденции и завтрашние вызовы. // [Психологическая наука и образование](#) №4/2011.
4. Сайт очно-заочной школы «Одаренный ребенок». <http://school.strategy48.ru/>

Гладких И.Ю.

Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого, студент
g-iu@yandex.ru

Якушин А.В.

Тульский государственный педагогический университет
им. Л.Н. Толстого, заведующий кафедрой информатики и МОИ
yakushin@tspu.tula.ru

Изучение робототехники в средней школе

Прогресс общества в XXI веке во многом определяется развитием космических технологий, нанотехнологий и робототехники. [1]

В эпоху построения постиндустриального общества всеобщая информационная грамотность населения и, в первую очередь, подрастающего поколения, играют определяющую роль для общественного прогресса.

Современные технологии развиваются быстрыми темпами, предоставляя все новые и новые возможности для удовлетворения повседневных информационных потребностей людей. К сожалению, наблюдается все больший и больший разрыв между уровнем информатизации социума и уровнем грамотности людей, необходимым для использования предоставляемых современными технологиями возможностями.

Современные информационные и компьютерные технологии, системы автоматизированного управления требуют специалистов соответствующей квалификации. Для подготовки таких кадров необходимо начинать изучение робототехники уже в средней школе. При изучении архитектуры компьютера или программирования важно осознать взаимосвязь между программным обеспечением и функционированием устройств. Работа с роботом является одним из лучших способов демонстрации и изучения принципов взаимодействия аппаратной и программных частей компьютерной техники. В отличие от математических моделей (в том числе обычной программы), все изменения в настройках робота осязаемы. Каждое изменение как настроек, так и результатов можно точно определить, что не всегда возможно в физических моделях.

Робототехнические технологии позволяют реализовывать принципы дифференцированного и индивидуального подхода к обучению. На занятии преподаватель дает возможность каждому обучаемому самостоятельно работать с роботизированной платформой, что позволяет ему детально разобрать новый материал по своей схеме.

Начинать занятия робототехникой в школах можно с любого класса,

так к этому моменту ребенок уже владеет базовыми знаниями об окружающем его мире, обладает живым воображением и возможностями для его описания.

Робототехника включает в себя как электрические, так и механические технологии. В промышленности роботы помогают автоматизировать технологические процессы и увеличить производительности труда. Изучение конструирования роботов в средней школе дает широкий простор для реализации межпредметных связей на стыке математики, физики, технологии, биологии и других областей знания.

Одной из многофункциональных систем является набор Lego Mindstorms. Это платформа пользуется популярностью во всем мире. Достоинствами данной платформы являются простота сборки и легкость программирования и управления.

Использование Lego-конструкторов во внеурочной и урочной деятельности повышает мотивацию учащихся к обучению, т.к. при этом требуются знания практически из всех учебных дисциплин от искусств и истории до математики и естественных наук. Межпредметные занятия опираются на естественный интерес к разработке и постройке различных деталей. Разнообразие конструкторов Lego позволяет заниматься с учащимися по разным направлениям. Lego-конструирование – это современное средство обучения детей. Занятия помогают решить проблему занятости детей, а также способствуют многостороннему развитию личности ребенка и побуждают получать знания дальше.

Сейчас существует множество различных пособий и книг по робототехнике, но большинство из них требует специальных знаний, так же слабо представлены доступные учебные курсы ориентированные на школьный уровень.

На кафедре информатики и МОИ Тульского государственного педагогического университета им. Л.Н. Толстого, в рамках педагогического сотрудничества с лицеем №4 г. Тулы, проводится разработка методических материалов для проведения занятий со школьниками по основам робототехники.

Цель курса «Робототехника для школьников» состоит в создании комплексного методического обеспечения для проведения занятий в робототехническом кружке.

Для реализации цели необходимо разработать теоретические материалы по основам робототехники; материалы для практических занятий; создать набор проектных заданий для организации самостоятельной работы школьников.

Планируемые результаты обучения.

У обучающихся должно сложиться представление: об эволюции и современном состоянии робототехники; о существующих роботизированных платформах и способах их применения; о процессе

технического конструирования и его особенностях; о способах работы с платформой Lego Mindstorms; о путях повышения своей компетентности через овладение навыками создания и управления роботами.

Участие в занятиях должно помочь учащимся: понять роль и место роботизированных и информационных технологий в формировании общей культуры современного человека; приобрести начальную подготовку по использованию различных технических узлов, датчиков в роботизированных устройствах; повысить свою информационную и коммуникативную компетентность.

Учащиеся будут знать: основные понятия робототехники, особенности конструирования роботов для решения прикладных задач; характеристики и основные параметры устройств, используемых в робототехнике; основные принципы программного управления роботом; принципы и способы автоматического управления; принципы работы программы Lego MindStorms Education NXT.

Будут уметь: использовать знания в области робототехники и информационных технологий для создания простых устройств; мотивированно выбирать различные технические узлы для реализации взаимодействия робота с внешним миром; использовать программу Lego MindStorms Education NXT для реализации программного управления; модифицировать и корректировать созданные роботизированные устройства

Приобретут навыки: в работе с роботизированными платформами; в использовании меню, панели инструментов программы Lego MindStorms Education NXT; в самостоятельной работе с электронным учебным пособием и средой электронного обучения; в работе в группе над общим проектом.

Преподавание курса включает инновационные формы работы с учащимися: работа в среде электронного обучения, использование реальных аппаратных и программных средств в учебной деятельности, применения современных коммуникационных средств для общения учащихся как между собой так и с преподавателем, также используются традиционные формы занятий: лекционные, практические (лабораторные) занятия и самостоятельная работа. Самостоятельная работа предназначена для выполнения индивидуального задания, например, в рамках группового проекта. Упор в освоении курса сделан на практические занятия.

Курс «Робототехника для школьников» разбит на два модуля: начальный и базовый. Начальный модуль включает в себя как теоретические аспекты робототехники, так и практические вопросы. Основной упор здесь делается на конструкторские и аппаратно-технические решения. Рассматриваются вопросы, связанные с историей робототехники, устройством роботов, приводится математическое описание роботов и узлов робота, изучаются основы программного управления. Практическая часть модуля посвящена платформе Lego MindStorms и созданию простых моделей роботов. Содержание

практической части начального модуля:

- Платформа Lego MindStorms: общие принципы работы с конструктором Lego MindStorms; конструкция, органы управления и дисплей; создание простейшей модели; элементы управления и датчики; приводы.

- Базовые принципы программного управления: интерфейс программы Lego MindStorms Education NXT; основы программирования; программные блоки; воспроизведение звуков; различные варианты движения; сложные виды движения (поворот, движение по кривой, движение по ломаной).

Базовый курс ориентирован на программирование: учитывая знания, полученные ранее, ученик создает программу решающую поставленную задачу и максимально эффективную для собранной конфигурации робота. Кроме того в сферу решаемых задач по робототехнике теперь входят алгоритмические аспекты, проблемы эффективности решений, функциональности конструкций, а так же ряд вопросов более высокого уровня, такие как: взаимодействие робота и «станции» управления, взаимодействие роботов, управление без контроллеров, ИИ (искусственный интеллект) и ВИ (виртуальный интеллект), и т.п. Полученные теоретические знания о функционировании роботов, из начального курса, существенно дополняются и расширяются сведениями из смежных дисциплин: физики, химии, математики и многих других. Рассматриваются теоретическое описание аппаратной составляющей робота от макро- до микро- уровней.

Содержание практической части базового модуля:

- создание простых монофункциональных роботов: робот, движущийся по заданной траектории; робот, находящий выход из простого лабиринта; робот, обходящий препятствия; робот-футболист;

- робот, следующий по линии: базовый алгоритм следования по линии; следование по линии, не имеющей самопересечений; адаптивный алгоритм следования по линии на основе конечного автомата.

Практическим результатом изучения курса «Робототехника для школьников» является выполнение индивидуального или группового проектного задания, реализация которого осуществляется в несколько этапов.

Проблемно-целевой этап.

Прежде чем, начнется работа над проектом, разработчики должны ответить на ряд вопросов:

- Для чего создается данный проект? чем вызвана необходимость его создания? существует ли на самом деле потребность в этом проекте? как в дальнейшем будет использоваться данный проект? кто выступит в роли той целевой группы, для которой создается данный проект? найдет ли он своих потребителей?

- Каким должен быть проект для того, чтобы отвечать полностью

поставленным задачам?

- Кто будет создавать проект? в какой мере сможет он (смогут они) воплотить творческий замысел руководителя, реализовать задуманное? какие из необходимых им для реализации проекта знаний, умений и навыков учащиеся имеют сейчас, будут иметь к моменту исполнения требуемого вида работы?

- Как лучше распределить обязанности среди членов бригады, если исполнителей несколько?

То есть, на первом этапе осуществляются выбор проблемной области, постановка задач, определяется конечный вид создаваемого продукта, его назначение и круг пользователей, происходит формирование состава проектной бригады и распределение обязанностей. Этот этап завершается формулировкой темы проекта и определением вида его завершенной формы, написанием краткой аннотации проекта.

Этап разработки сценария и технического задания.

На данном этапе предполагается отбор содержания и определяется примерный объем проекта, производится его предельная детализация, прописываются роли всех участников проекта, сроки исполнения ими каждого вида работы.

Этап практической работы.

На этом этапе ведется работа по воплощению в жизнь поставленных задач, которая требует от всех участников предельной исполнительности, слаженности в действиях, а также значительных усилий от руководителя проекта по координации деятельности участников проекта и постоянного контроля за ходом и сроками производимых работ.

Этап предварительной защиты

На данном этапе осуществляется предварительный просмотр проекта, выявляются недоработки, намечаются пути устранения выявленных недостатков, производится корректировка.

Этап презентации – публичной защиты проекта

На этом этапе производится представление проделанной работы, дается оценка проекту членами аттестационной комиссии.

Таким образом, метод проектов позволяет затрагивать различные сферы будущей профессиональной деятельности, установить уровень сформированности компетенций, что доказывает целесообразность его применения в процессе обучения.

Применение метода проектов предполагает высокую степень свободы обучаемых, им дается направление для исследования и проявления компетенций.

Разработка курса ориентирована на создание методического пособия для учителя в виде курса для среды электронного обучения MOODLE.

Курс «Робототехника для школьников» позволит учащимся переходить от манипулирования с заранее подготовленными наборами деталей к созданию собственных механизмов и приспособлений, используя

различные устройства и базовую микросхему-контроллер.

Литература

1. Юревич Е.И. Основы роботехники. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. 416 с.
2. Брага Н. Создание роботов в домашних условиях. М.: НТ Пресс, 2007. 368с.

Использование технологии проблемно-диалогического обучения как один из путей формирования интеллектуальной и творческой личности

В докладе изложена эффективная технология – технология проблемно-диалогического обучения, при которой учащиеся часть времени на уроке работают самостоятельно. Эта технология позволяет заменить урок объяснения нового материала, уроком открытия знаний, так же она применима для любого этапа урока и для любого предмета. Приведены примеры проблемных ситуаций на уроках математики и информатики.

Мы живем в “информационную” эпоху. Это означает то, что теперь самым важным продуктом считается информация, с которой мы должны научиться работать: искать, обрабатывать, хранить. Поэтому школьное образование ставит задачу – подготовить учащихся к жизни и профессиональной деятельности в информационной высокоразвитой среде, получить образование с использованием современных технологий обучения.

В настоящее время информатика один из немногих инновационных и востребованных предметов, делающих школу современной, приближенной к жизни и запросам общества. Содержание обучения информатики не ограничивается на самом деле только информационными технологиями, а несет в себе большой потенциал, присущий данному предмету. Ни компьютер, ни информационные технологии сами по себе не способны сформировать у выпускников присущие им качества (этические, интеллектуальные и другие), они являются лишь вспомогательными средствами решения мировоззренческих задач, а найти эти решения учащийся может лишь с помощью грамотного, творчески работающего учителя.

Задачей учителя на уроках математики, информатики и других предметах является формирование у учащихся информационной компетентности – одного из основных приоритетов в современном общем образовании, который носит общеучебный и общеинтеллектуальный характер.

Что нужно современному молодому человеку в век современных информационных технологий для того, чтобы чувствовать себя комфортно в новых социально-экономических условиях жизни? Какую роль должна играть школа? В меняющемся мире меняются требования к выпускнику школы. Он должен быть творческим, самостоятельным, ответственным,

коммуникабельным человеком, способным решать проблемы личные и коллектива. Ему должны быть присущи потребность к познанию нового, умение находить и отбирать нужную информацию.

Для того чтобы развить личность ученика, его необходимо подготовить к самостоятельной деятельности в условиях нового информационно развитого общества. Сформировать информационную культуру, коммуникативные навыки, привить умение исследовательской деятельности и принятия сложных решений. Во время урока, кроме обучения, необходимо подготовить конкурентоспособного, готового существовать в сложившейся социальной среде человека.

Кроме того, использование ИКТ на уроках позволит повысить качество образовательного процесса, углубит межпредметные связи. Именно поэтому постепенная интеграция информатики с другими общеобразовательными предметами становится с каждым годом все активнее. Использование ИКТ – это требование времени, но главное место в учебном процессе принадлежит учителю. ИКТ позволяют по-новому «зазвучать» уроку, используя самые различные источники информации: текстовую, звуковую, графическую и видеоинформацию.

На современном этапе меняется и позиция учителя. Он перестает быть вместе с учебником носителем “знания”, которое он пытается передать ученику. Его главной задачей становится мотивировать учащихся на проявление инициативы и самостоятельности.

Могут утверждать, что новые технологии самостоятельного обучения имеют в виду, прежде всего повышение активности учащихся: истина, добытая путем собственного напряжения усилий, имеет огромную познавательную ценность. Успех обучения в конечном итоге определяется отношением учащихся к учению, их стремлением к познанию, осознанным и самостоятельным приобретением знаний, их активностью.

Чем разнообразнее и эмоциональнее представлен подлежащий усвоению материал, тем успешнее процесс обучения. Безусловно, это требует изменения формы общения учителя и ученика, превращая обучение в деловое сотрудничество, а это усиливает мотивацию обучения, приводит к необходимости поиска новых моделей занятий, повышает индивидуальность и интенсивность обучения.

В процессе обучения учителю необходимо выбирать такие технологии обучения, при которых учащийся большую часть времени работает самостоятельно и учится планированию, организации, самоконтролю и оценке своих действий и деятельности в целом. Одной из таких технологий является технология проблемно-диалогического обучения. Эта технология позволяет заменить урок объяснения нового материала уроком «открытия» знаний и она применима для любого этапа урока и для любого предмета.

Например: на уроке изучения нового материала должны быть проработаны два звена:

1. Постановка учебной проблемы (это этап формулирования темы урока или вопроса для исследования);

2. Поиск решения (это этап формулирования нового знания).

Постановку учебной проблемы и поиск ее решения осуществляют ученики в ходе специально организованного учителем диалога.

Различают два вида диалога:

1. Побуждающий

2. Подводящий.

Побуждающий диалог состоит из отдельных стимулирующих реплик, которые помогают ученику работать творчески, и поэтому развивает творческие способности учащихся. На этапе постановки проблемы этот метод выглядит следующим образом. Сначала учителем создается проблемная ситуация, а затем произносятся специальные реплики для осознания противоречия и формулирования проблемы учениками. На этапе поиска решения учитель побуждает учеников выдвинуть и проверить гипотезы, т.е. обеспечивает «открытие» знаний путем проб и ошибок.

Подводящий диалог представляет собой совокупность (посильных учащимся) вопросов и заданий, которая активно развивает логическое мышление учеников. На этапе постановки проблемы учитель постепенно подводит учеников к формулированию темы. На этапе поиска решения он выстраивает логическую цепочку к новому знанию. При этом подведение к знанию может осуществляться как от поставленной проблемы, так и без нее.

Таким образом, на проблемно-диалогических уроках учитель сначала с помощью диалога помогает поставить учебную задачу, т.е. сформулировать тему урока или вопрос для исследования. Тем самым у школьников вызывается интерес к новому материалу, познавательная мотивация. Затем учитель с помощью диалога организует поиск решения, т.е. «открытие» знания школьниками. При этом достигается понимание материала учениками, так как «нельзя не понимать того, до чего додумался лично».

Технология проблемно-диалогического обучения является **результативной** (обеспечивает высокое качество усвоения знаний, эффективное развитие интеллекта и творческих способностей школьников, воспитывает активную личность), **здоровьесберегающей** (позволяет снижать нервно-психические нагрузки учащихся за счет стимуляции познавательной мотивации и «открытия» знаний) и **общепедагогической** (реализуется на любой ступени и в любом предмете).

Желание учиться у ученика не появляется само собой, его надо целенаправленно и последовательно формировать, и для учителя принципиально важно – что и как формировать. И поэтому проблема создания адаптивной среды как условия, обеспечивающего самореализацию школьников, должна быть одной из главных. И помогает в решении этой проблемы, на мой взгляд, ТПДО (технология проблемно-

диалогического обучения). ТПДО – это такая организация учебных занятий в виде диалога, которая предполагает создание под руководством учителя проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность учащихся по их разрешению, такими методами, решения которых возможно ему еще неизвестны, в результате чего происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей.

Цель использования данного метода — творческое, интеллектуально-познавательное усвоение учеником заданного предметного материала.

Задачи использования: формировать у детей умения переносить полученные знания на новые, нестандартные ситуации, стимулировать учеников к дальнейшей работе, актуализировать (сделать значимой для самого ребенка) учебную цель, поставленную на уроке.

Главная задача каждого учителя сегодня - не только обеспечить прочное и осознанное усвоение знаний, умений и навыков, но и развитие способностей учащихся, приобщение их к творческой деятельности.

Проблемное обучение – это «начальная школа» творческой деятельности. Поэтому, для меня, в процессе обучения, главным является постановка перед учащимися на уроках проблем и стремление решить их вместе с ними.

Главный фактор занимательности – это приобщение учащихся к творческому поиску, активизация их самостоятельной исследовательской деятельности, так как уникальность занимательной задачи служит мотивом к учебной деятельности, развивая и тренируя мышление вообще и творческое, в частности.

Несколько примеров проблемных ситуаций на уроках математики и информатики:

1) Тема “Начальные сведения об операционной системе”

В ходе урока учитель знакомит учащихся с понятием операционной системы, какие программы, служебные, прикладные, входят в операционную систему.

Далее учащиеся знакомятся с этапами загрузки операционной системы: сначала изучается теория вопроса, затем с помощью мультимедиапроектора они визуально наблюдают за этапами загрузки операционной системы с комментарием учителя. После чего проделывают то же самое, но парами, сидя на рабочих местах за персональными компьютерами.

Следующий этап урока заключается во фронтальном опросе учащихся по основным устройствам компьютера (к этому моменту изучена тема “Функциональная схема компьютера”): для чего служат устройства компьютера?

Проблемная ситуация: Как можно назвать одним словом все то, что было перечислено? И имеет ли операционная система “это”? Учащиеся должны прийти к понятию “функции”. Учитель подводит

учащихся к этому понятию. Как и любой другой объект, предмет или явление операционная система то же имеет ряд конкретных функций.

Далее учащиеся с наглядным показом учителя (учитель не называет эти функции) пытаются сами сформулировать эти функции операционной системы (ряд проблемных ситуаций: учитель создает – учащиеся разрешают).

2) Тема: «Формулы сокращённого умножения»

Создание проблемных ситуаций через противоречие нового материала старому, уже известному.

Вычисляем $(3 + 5)^2 = 8^2 = 64$

Попробуем сосчитать по-другому: $(3 + 5)^2 = 3^2 + 5^2 = 9 + 25 = 34$

Проблемная ситуация создана. Почему разные результаты?

$(3 + 5)^2 \neq 3^2 + 5^2$

Вывод: формулы сокращённого умножения необходимо знать и использовать для решения.

3) $28k + 30n + 31m = 365$

Задание для учащихся:

Найти хотя бы одно решение уравнения.

Комментарий учителя к уравнению:

Говорят уравнение, вызывает сомнения, но итогом сомнения может быть озарение!

Кто увидел? Кто догадался? Кто решил?

Не забывайте: “Смотреть – не значит видеть!”

(Ответ: 365 – это количество дней в году, 28 – количество дней в феврале, 30 – количество дней имеют 4 месяца в году, 31 – количество дней имеют 7 месяцев в году. Тогда: $28 \cdot 1 + 30 \cdot 4 + 31 \cdot 7 = 365$).

4) Тема “Алгоритмическая структура ветвление”

Ученики знают понятие языка программирования, умеют составлять и запускать программы на основе линейных алгоритмов. В начале урока дается задание простого содержания практического характера: нужно написать программу для вычисления значения функции $y = x^2$ для x , вводимого с клавиатуры. Никаких проблем то и не возникнет!

Затем предлагается задача вычислить значение функции $y = \sqrt{x}$. Дается задание вычислить значение функции при $x = 4$, $x = 9$, $x = -4$.

Для последнего варианта программа выдаст ошибку. Возникла проблемная ситуация: программа не может вычислить пример. Что для этого нужно сделать, ведь структуру, которую использовали в алгоритме, не подходит? (об алгоритмической структуре ветвление они еще не знают).

Поступит идея, что x должно быть непременно больше 0, но этот довод не принимается. В условии было сказано, что x вводится с клавиатуры, то есть x – любое. Как же быть?

Нужно подойти к мысли, что x можно ввести любое, но не все x годятся для вычисления. Следовательно, между вводом x и вычислением y

необходим этап проверки x на доступность.

И при этом незаметно начинается новая тема – алгоритмическая структура ветвление, ее реализация средствами Turbo Pascal. В данном случае использовался педагогический прием практического затруднения, а это способствует активной мыслительной деятельности учащихся.

5) Тема «Сумма n -первых членов арифметической прогрессии»

Изучение вопроса о сумме n -первых членах арифметической прогрессии в 9-ом классе начинаю с рассказа: “Примерно 200 лет тому назад в одной из школ Германии на уроке математики учитель предложил ученикам найти сумму первых 100 натуральных чисел. Все принялись подряд складывать числа, а один ученик почти сразу же дал правильный ответ. Имя этого ученика Карл Фридрих Гаусс. В последствии он стал великим математиком. Как удалось Гауссу так быстро подсчитать эту сумму?”

Проблемная ситуация: как найти быстро сумму первых 100 натуральных чисел?

Решение проблемы $(1 + 100) \times 50 = 5050$

Последовательность чисел 1, 2, 3,...,100 является арифметической прогрессией. Теперь выводим формулу суммы n -первых членов арифметической прогрессии.

4) Тема «Линейные уравнения с одной переменной».

Создание проблемных ситуаций через умышленно допущенные учителем ошибки.

Решаю быстро уравнение:

$$(3X + 7) * 2 - 3 = 17$$

$$6X + 14 - 3 = 17$$

$$6X = 17 - 14 - 3$$

$$6X = 0$$

$X = 0$ Естественно при проверке ответ не сходится Проблемная ситуация. Поиск ошибки. Дети решают проблему. После этого учащиеся очень внимательно следят за мыслью и решением учителя. Результат - внимательность и заинтересованность на уроке.

Проблемное обучение – система методов и средств, обеспечивающих возможности творческого участия учащихся в процессе усвоения новых знаний, формирование творческого мышления и познавательных интересов личности. Проблемное обучение возникло в истории педагогики как реакция на схоластические методы обучения, как ответ на систему методов, использующих в качестве основных тренировку и запоминание без понимания, усваиваемого учебного материала. В истории педагогики Проблемное обучение имело различные названия – сократический метод обучения (по имени древнегреческого философа Сократа), эвристический метод обучения, исследовательское обучение и другие.

Сегодня под проблемным обучением понимается такая организация

учебных занятий, которая предполагает создание под руководством учителя проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность учащихся по их разрешению, в результате чего и происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей.

Не так важно приобретенное знание, как развитие способности мышления.

Литература

1. Гринько О.Е. Роль ИКТ в формировании информационных компетенций учителя и учащихся. Тезисы докладов VI Региональной научно-практической конференции 28 марта 2012 г. Под ред. проф. А.С. Потапова. Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2012 52 с.
2. Мельникова Е.Л. Проблемно-диалогическое обучение, <http://pdo-mel.ru>, 2011.

Крыжановская Ю.А.

ФБГОУ ВПО ВГУ, старший преподаватель
jak@mail.ru

Научно-исследовательская деятельность в научном обществе учащихся (секция «Информатика»)

Аннотация

В докладе рассматриваются вопросы научно-исследовательской деятельности и развития познавательной самостоятельности учащихся в процессе подготовки и участия в работе секции «Информатика» конференции Научного Общества Учащихся (НОУ), а также работа секции в период с 2007 по 2012 год.

Научно-исследовательская деятельность и развитие познавательной самостоятельности

На современном этапе сложилось твердое убеждение в том, что недостаточно сообщить учащимся определенные знания, необходимо еще научить их творчески мыслить и самостоятельно работать. Ведь они получают только основы знаний для дальнейшего обучения и, в дальнейшем, профессиональной деятельности, и если при этом не будут постоянно повышать свой творческий уровень, то это может привести к сложностям при выполнении индивидуальных заданий, курсовых, выпускных квалификационных работ.

Развитие техники и технологий идет очень быстрыми темпами, и востребованный современный специалист должен быть готов к самостоятельному, быстрому и экономному поиску и использованию новых научных данных, получаемых из всевозможных источников информации. Необходимым сегодня становятся также умение организовать новые исследования, теоретически обосновать поставленные задачи, увидеть и осуществить их практическое решение, а также донести свое видение проблемы и решений до определенной целевой аудитории. Это означает, что на первый план в обучении выходит вопрос формирования познавательной самостоятельности и навыков научно-исследовательской деятельности [1]. Актуальной является и задача формирования у учащихся устойчивой потребности в получении новых знаний, в изменении и преобразовании самого себя. Объясняется это необходимостью воспитания личности, способной решать множество проблем, разнообразных теоретических и практических задач.

В формировании познавательного интереса можно выделить несколько этапов: любопытство, любознательность, устойчивый интерес. Первое представляет собой естественную реакцию человека на все неожиданное, интригующее и может быть вызвано неожиданным

результатом опыта, интересным фактом, наблюдением. Более высокой стадией интереса является любознательность, когда учащийся проявляет желание глубже разобраться и понять изучаемое явление, когда он задает вопросы, участвует в обсуждении результатов демонстраций, приводит свои примеры, читает дополнительную литературу и т. д. Любознательность менее ситуативна, чем любопытство, но она может и не распространиться на изучение всего предмета. Следующая стадия – формирование устойчивого интереса к предмету, когда учащегося захватывает процесс постижения новых знаний, самостоятельного решения проблем и нестандартных задач. Школьники, проявившие любознательность и познавательный интерес, могут привлекаться к работе в школьном научном обществе. Самостоятельная исследовательская деятельность во многом способствует развитию познавательного интереса. Она может проводиться как в рамках программ дополнительного образования, так и при выполнении обязательной школьной программы [4].

Стремительно меняющаяся жизнь заставляет пересматривать роль и значение исследовательского поведения в жизни и исследовательских методов обучения в практике образования. Становится все более очевидно, что умения и навыки исследовательского поиска требуются не только тем, чья жизнь уже связана или будет связана с научной работой, они необходимы каждому человеку. В первую очередь, такие навыки могут пригодиться при обучении в высших учебных заведениях. Научно – исследовательская деятельность является такой формой обучения, которая позволяет наиболее полно выявлять и развивать интеллектуальные и потенциальные творческие способности, а также максимально приблизить учебную деятельность к познавательной и развить познавательный интерес.

Научно-исследовательская работа – достаточно сложная деятельность и для ее участников, и для ее организаторов, которая характеризуется педагогической целесообразностью приобщения старшеклассников к самостоятельной работе над выбранной тематикой, что способствует формированию теоретического мышления. Кроме того, при работе над собственными задачами участники Научного Общества Учащихся (НОУ) учатся логически последовательно излагать материал [5].

Секция «Информатика» конференции НОУ

Как уже упоминалось, развитию познавательного интереса и познавательной самостоятельности способствует выполнение самостоятельной исследовательской работы. Одной из форм организации такой работы является научное общество учащихся, работа которого давно стала сложившейся традицией в подготовке учащихся к дальнейшему обучению в ВУЗах. С 1986 года научное общество существует и при Воронежском государственном университете [2].

На выполнение индивидуальных и коллективных творческих

заданий в рамках НОУ отводится часть учебного года с сентября по март. Учащиеся могут самостоятельно избирать тему для работы и научного руководителя. По итогам работы над индивидуальными исследовательскими темами учащиеся представляют творческие отчеты.

Завершенные работы представляются на школьном заседании научного общества, а заключительным мероприятием, подводющим итоги работы за год, является конференция НОУ, проводимая в Воронежском государственном университете (ВГУ) в начале апреля. На этой конференции представляются доклады, ставшие лучшими на школьном этапе. Оценивание уровня отобранных на школьном этапе работ производится преподавателями, аспирантами, выпускниками, магистрантами и студентами факультета Прикладной математики, информатики и механики.

При подготовке к конференции НОУ выполняются практические работы, учащиеся получают навыки обработки и оформления результатов исследований, работы с научной литературой, выполнению реферативной части работы. Участие в подготовке к конференции является важным фактором формирования познавательной самостоятельности, что в дальнейшем может существенно облегчить работу будущих студентов при выполнении курсовых работ, индивидуальных заданий, выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций.

Следует отметить, что существуют различные программы дополнительного образования, ориентированные на изучение основ научно-исследовательской деятельности, однако, большая их часть ориентирована на узкоспециализированные области. Работа в рамках НОУ в секции «Информатика» в этом аспекте выгодно отличается от многих других: зачастую доклады затрагивают не только область информатики как таковой, но другие области знаний, например, при создании обучающих web-ресурсов по различным предметам. Межпредметность предполагает наличие большей эрудиции в разных областях, чем при выполнении работ в одной области, а также формирование навыков исследовательского труда. Можно сказать, что в последние годы интерес к предмету «Информатика и ИКТ» значительно возрос. Более того, изменились и мотивы изучения этого предмета. Изначально компьютер являлся новым и незнакомым устройством, вызывающим желание познакомиться с ним. Но в дальнейшем для многих учащихся компьютер стал фактически бытовым прибором, знакомым с малых лет. Следовательно, стали необходимы новые подходы к формированию познавательных интересов учащихся на уроках информатики. В частности, учителю нужно выявить интересы школьника и предложить такие задания, которые опирались бы на эти интересы. При этом задача должна содержать не только материал, представляющий интерес для учащихся, но и новую информацию, связанную с содержанием предмета [7].

Полученные в процессе работы над своей темой навыки могут пригодиться учащимся при выполнении самостоятельных творческих

заданий в любой области. Кроме того, учащиеся привыкают к определенной форме общения во время конференции: обучаются слушать, задавать вопросы, четко отвечать, дискутировать, также формируется навык защиты творческих работ.

Работы могут выполняться индивидуально или в составе коллектива соавторов, что позволяет учащимся получить навыки как самостоятельной, так и коллективной познавательной деятельности.

Важным моментом в работе НОУ является выполнение работ на базе различных школ с последующим представлением лучших докладов на общей сессии в ВГУ, что позволяет обмениваться опытом и вносить коррективы в дальнейшую деятельность. Зачастую, учащиеся, выполнившие свою первую самостоятельную научно-исследовательскую работу, в следующем году представляют заметно более сильные и серьезные доклады. Значительными с точки зрения качества представляемых работ и характера их восприятия является изложение алгоритма представления докладов, представляемые на проводимых в течение года консультациях и пленарном заседании секции «Информатика» НОУ. Этот алгоритм может использоваться при организации научно-исследовательской работы учащихся в школьных научных сообществах, а также может быть адаптирован для проведения научно-исследовательской работы учащихся по другим предметам школьного курса.

Конференция НОУ ориентирована на учащихся старших классов. Возраст участников НОУ составляет обычно 15-18 лет. Однако следует отметить, что за последние годы появилось значительное число учащихся средних классов, в том числе, учащихся 5 классов, что оказало заметное влияние на характер представляемых работ и привело, к сожалению, к увеличению числа работ, носящих реферативный характер. Это объясняется господствующей в школе тенденцией по выработке навыков подбора материала по заданной теме и приобретению учащимися реферативных навыков. Однако следует отметить, что учащиеся, занимающиеся в научном обществе в течение нескольких лет, к выпускному классу приобретают хорошие навыки организации научно-исследовательской деятельности и публичного представления полученных результатов, что, безусловно, облегчает дальнейший процесс обучения и помогает в воспитании активной жизненной позиции.

Деятельность учащихся организуется по подсекциям по нескольким основным направлениям, состав которых может меняться в зависимости от интересов учащихся, выполняющих творческие работы. Традиционно в формате секции предусмотрена подсекция «Системное и прикладное программное обеспечение». Кроме того, в течение нескольких лет доклады были посвящены тематике «Звук, изображение, моделирование», «Обучение и тестирование», «Web-приложения», «Моделирование и обработка видео и изображений», «Web-дизайн», «Компьютерная графика и программирование», «Web-дизайн и мультимедиа».

Рассмотрим результаты работы секции «Информатика» конференции НОУ за 2007-2012 годы [2].

Существенную часть докладов в 2007 году составили доклады подсекции «Web-дизайн», в работе которой приняли участие 32 учащихся из общего числа в 57 участников.

Участие в работе XXIII конференции в 2008 году принимали 69 учащихся, из которых только один был представителем 9 класса. Все три проводившиеся подсекции характеризовались хорошим явкой участников и высоким уровнем представления докладов.

Год 2009 отличался от предыдущих тем, что впервые в рамках работы секция «Информатика» конференции НОУ проводилась секция для учителей «Принципы преподавания информатики в общеобразовательной школе», в которой приняли участие учителя, осуществлявшие руководство научно-исследовательской деятельностью учащихся в НОУ.

Участие в работе секции в юбилейном 2010 году приняли 52 учащихся, которые представили 44 доклада. Особенностью этого года стала высокая активность учащихся 11 классов, причем большая их часть заинтересовалась работой подсекции «Web-дизайн», а единственная представительница 8 класса, которая принимала участие и в работе последующих конференций, представила доклад в подсекции «Системное и прикладное программное обеспечение».

В 2011 году к участию в работе в секции «Информатика» было заявлено 57 докладов. В некоторых случаях произошло изменение темы доклада, часть докладов была перенесена в другие подсекции по причине более точного соответствия тематике. Причиной этого стало то, что аннотации многих докладов не дали полного представления о сути работы, что повлияло на распределение докладов по подсекциям. Следует отметить более высокую по сравнению с предыдущими конференциями активность учащихся 9 классов, число выступлений которых составило почти треть от общего числа представленных докладов.

В текущем, 2012 году, работа велась в рамках подсекций «Системное и прикладное программное обеспечение», «Обучающие web-ресурсы», «Общие вопросы информатики». К обсуждению было представлено 39 докладов 42 участников, что означает, что в этом году были представлены в основном индивидуальные разработки. При этом следует отметить участие ученицы 5 класса и 2 учеников 8 класса, что говорит о том, что интерес к научному обществу и выполнению индивидуальных творческих работ стал проявляться и в среднем звене школы. Для оценивания представленных работ были выработаны требования, учитывающие как собственные достижения автора, так и его эрудированность в рассматриваемой области, а также качество представления работы и оформления презентации. В числе предъявляемых требований можно назвать:

- использование известных результатов и фактов;
- наличие сведений о разработках в выбранной области;
- формулировка темы и полнота ее раскрытия;
- использование знаний, получаемых вне школьной программы;
- новизна и практическая значимость работы;
- является ли представленный результат самостоятельно разработанным программным обеспечением или рефератом по выбранной теме;
- качество ПО, адекватность выбора среды разработки ПО;
- сложность и оригинальность проекта;
- логика изложения и убедительность рассуждений;
- умение докладчика представлять проект и отвечать на вопросы.

При определении лучших работ учитывается также интерес участников к представленным докладам. Ежегодно лучшие доклады награждаются дипломами I, II и III степени и почетными грамотами, часть докладов-победителей была опубликована. Начиная с этого года, в научном обществе учащихся при ВГУ авторам лучших работ присуждаются именные дипломы. Для секции «Информатика» - это диплом имени к.ф.-м.н. Виталия Евгеньевича Калечица, основателя кафедры математического обеспечения ЭВМ факультета Прикладной математики, информатики и механики.

Для повышения эффективности работы секции «Информатика» и оперативности предоставления информации был реализован сайт секции [3].

Выводы

Итак, суммируя, можно сказать, что в результате работы над проектами в рамках НОУ учащиеся приобретают следующие навыки:

- формулирования темы научного исследования и определения ее ценности с позиций различных категорий лиц;
- разработки плана работы;
- организации научно-исследовательской работы,
- работы с научной и научно-популярной литературой и фактическими материалами;
- обработки полученных данных;
- ассоциативного, логического и образного мышления;
- индивидуальной или коллективной работы;
- публичного представления результатов своей деятельности;
- творческих и аудитивных навыков;
- участия в дискуссиях;
- уважительного отношения к результатам не только своего интеллектуального труда, но и интеллектуального труда других участников.

Очевидно, что среди перечисленных навыков присутствуют и

обучающие, и воспитательные, и развивающие элементы. Участие в работе НОУ способствует развитию и совершенствованию познавательных интересов, творческой активности, расширению кругозора, развитию познавательной самостоятельности и интереса, как к информатике, так и к другим предметам, имевшим отношение к проведенной научно-исследовательской работе.

Кроме того, нельзя не отметить, что проведение самостоятельной исследовательской работы способствует также развитию и воспитанию различных личностных качеств, таких, как усидчивость, аккуратность, настойчивость, самостоятельность мышления и действия, целеустремленность, индивидуальность и других.

Задачи, решаемые учащимися при подготовке к конференции НОУ, можно охарактеризовать как задачи повышенной трудности, не являющиеся стандартными как по условию, так и по методам решения. Все это требует от учащихся и наличия творческого начала, и предельного внимания, и воли в преодолении трудностей, и способностей к освоению нового материала, выходящего за рамки обычных школьных курсов, и хороших навыков в решении обычных школьных задач. Все в совокупности приводит к тому, что в ряды участников НОУ попадают неординарные, способные ученики. В связи с этим проведение самостоятельной научно-исследовательской работы имеет еще одно немаловажное значение – социально-психологическая адаптация личности учащегося, преодоление дискомфорта одаренного ребенка, формирование успешности, подготовка к самостоятельной жизнедеятельности в условиях рыночных отношений [6]. Многие выпускники НОУ связывают свое дальнейшее обучение с теми направлениями наук, по которым проводили научные исследования и достигли определенных результатов, причем при дальнейшем обучении показывают хорошие результаты при выполнении самостоятельных заданий, курсовых и выпускных квалификационных работ. Замечено, что высокая активность, интерес к исследовательской работе сохраняются и после поступления в высшие учебные заведения. Школьники из НОУ, как правило, становятся активными членами студенческого научного общества, ведут серьезную исследовательскую работу, принимают участие в работе секции «Информатика» конференции НОУ уже в качестве членов комиссии. Некоторые участники НОУ, получив образование, помимо основной профессиональной деятельности, ведут занятия в детских секциях и кружках. Многие участники секции Информатика в дальнейшем добились значительных успехов в научной и профессиональной деятельности.

Литература

1. Односум Л.А. Формирование готовности к самостоятельной творческой деятельности у будущего инженера в вузе : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.08. Калининград, 2006. 187 с.: ил. РГБ ОД, 61 07-13/669 // [Электр. рес.]

<http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/307694.html>

2. Информация для абитуриентов ВГУ // [Электр. рес.] www.abitur.vsu.ru
3. Крыжановская Ю.А. Секция "Информатика" конференции Научного Общества Учащихся. Разработка сайта секции / Ю.А. Крыжановская, Д.В. Игнатенко // Современные информационные технологии и ИТ-образование: сб. науч. тр. VI междунар. науч.-практ. конф. М., 2011. С. 617-621
4. Тувина Л.П., Кадолова Н.В. Проект школьного научного общества учащихся "Поиск". // [Электр. рес.] <http://festival.1september.ru/articles/418816/>
5. Васильева Н.М. Научно-исследовательская деятельность учащихся в Городском научном обществе (ЦЭОКДЮТиО) // [Электр. рес.] <http://kids-vn.ru/op/op-00029.html>
6. Шаракова-Рангина Н.П. Программа развития школьного НОУ "Гранит" // [Электронный ресурс] <http://festival.1september.ru/articles/571995/>
7. Левченко И.В., Карташова Л.И. Компьютер как средство формирования познавательного интереса школьника на уроках информатики // МГПУ в московском и российском образовательном пространстве: Материалы международной научной конференции. Вып. I. М.: МГПУ, 2007. С. 260-265.

Визуальные средства программирования роботов и их использование в школах

Аннотация

В российских школах и вузах активно внедряются робототехнические конструкторы как учебные пособия для преподавания информатики и кибернетики. В статье предложены критерии сравнения визуальных сред программирования роботов, существенные для школьной информатики, приведено описание популярных существующих сред, представлена разрабатываемая на кафедре системного программирования СПбГУ система Qreal:Robots.

Введение

В школьной информатике активно используется понятие «исполнитель», как некая сущность, которая выполняет команды, описанные в программе. В качестве исполнителя в российских школах активно внедряются робототехнические конструкторы, самым популярным из которых на данный момент является конструктор Lego Mindstorms NXT [1]. Он позволяет из блока управления, моторов, сенсоров и соединительных деталей собирать роботов, способных под управлением программы сложным образом взаимодействовать с окружающим миром.

Существует довольно много систем, позволяющих программировать такие роботы, как текстовых, так и визуальных. В текстовых средах, как правило, применяются языки программирования, похожие на язык С, поэтому они слишком сложны для первоначального обучения информатике в младших и средних классах школы. С педагогической точки зрения более интересны визуальные средства программирования роботов, пользоваться которыми могут иногда даже дошкольники, не умеющие ещё читать. Существует несколько популярных средств, шире всего распространена на данный момент среда Robolab [2], иногда в школах используются среды NXT-G и Microsoft Robotics Developer Studio [3]. В этой статье проводится анализ перечисленных сред с точки зрения пригодности их для преподавания информатики и кибернетики в школах, делаются выводы об имеющихся недостатках, определяются направления развития подобных систем, и представлена разрабатываемая на кафедре системного программирования Санкт-Петербургского Государственного Университета среда программирования QReal:Robots.

Мотивация использования программирования роботов в школах

Идея использовать роботов при начальном обучении информатике

родилась неслучайно. Проблема, на которую указывал ещё Ф. Брукс в своей известной книге «Мифический человеко-месяц» [4], заключается в том, что программы нематериальны, их невозможно увидеть. Кроме того, даже представить себе программу не так просто – каждый человек “видит” программу по-разному. Людям, которые программируют впервые, приходится сразу же работать с абстрактными понятиями, и судить о правильности своих программ они могут только по внешним проявлениям их работы – какой ответ программа выведет на экран. При этом может быть совсем не очевидно, как программа работает, и что делать, если выводимый ею ответ неправильный, что нужно делать, чтобы получить правильный ответ. К тому же часто случается так, что программа работает неправильно, но правильный ответ всё-таки выводит. Всё это делает изучение информатики весьма сложным.

И отечественные, и зарубежные методисты давно осознают эту проблему, поэтому традиционно начальное обучение информатике проводится с использованием концепции исполнителя – некоторого, зачастую воображаемого, устройства, способного выполнять простые команды в некотором простом окружении. Один из самых известных исполнителей, применяемых в школах – «черепашка» LOGO [5], разработанная американским программистом, психологом и педагогом Сеймуром Пейпертом в 1967 году. Исполнитель «черепашка» может перемещаться по экрану, оставляя за собой след, которым вычерчиваются различные фигуры. Черепашка подчиняется командам простого интерпретируемого языка, позволяющего описывать её перемещения и повороты. Таким образом, процесс исполнения программы визуализируется движением исполнителя по экрану, и если программа работает неправильно, это будет сразу видно.

В Советском Союзе преподавание информатики как школьного предмета началось во многом благодаря усилиям академика А.П. Ершова и его коллектива, в который входили Г.А. Звенигородский и Н.А. Юнерман. Ими была разработана отечественная учебная система «Робик» [6], основанная в основном на тех же принципах, что и LOGO. Ими же были разработаны методики и программы преподавания информатики в школах, где понятие «исполнитель» занимало ключевую позицию.

Однако исполнитель, перемещающийся по экрану, всё же недостаточно нагляден. Сеймур Пейперт в своих экспериментах использовал механическую черепашку [7] – реальный, осязаемый объект, исполняющий программу, что оказалось гораздо понятнее для школьников, чем черепашка, движущаяся по экрану. Современные технологии позволяют создавать недорогие механические устройства, управляемые загружаемой в них программой, либо непосредственно с компьютера, поэтому идея использования материальных исполнителей в школьной информатике получила второе рождение, из-за чего получил распространение конструктор Lego Mindstorms NXT. Для преподавания

информатики с использованием этого конструктора существуют методические пособия (например, [8]).

Робототехнический конструктор довольно сложно программировать: из набора деталей могут быть собраны самые разные конструкции, поэтому программировать приходится в терминах оборотов моторов, подключённых к определённым портам управляющего блока, а не в терминах движений и поворотов. Это, безусловно, делает процесс обучения более творческим, поскольку школьники могут собрать своего собственного исполнителя, но и более сложным с точки зрения написания для этого исполнителя программ. Проблема сложности программирования преодолевается использованием наглядных визуальных языков и удобных графических редакторов для составления программ из блоков, представляющих элементарные команды, такие как «включить мотор», «гудок» и т.д. Таким образом, начинающие работают с графическими языками программирования, а более опытные школьники постепенно переходят на текстовые С-образные языки. В комплекте с конструктором поставляется графическая среда программирования NXT-G, поэтому визуальные языки среди использующих Mindstorms NXT весьма популярны.

Критерии сравнения средств программирования роботов

Определим критерии, по которым будем сравнивать существующие средства программирования роботов. Поскольку в контексте данной работы нас интересует использование роботов в школьной информатике, основной акцент в обзоре будет сделан на свойства продуктов, которые важны именно в этой сфере.

1. Возможность создавать довольно сложные программы, включающие в себя нетривиальные математические выражения, циклы, ветвления, переменные, параллельные задачи – применение таких средств должно дать возможность иллюстрировать содержательный материал из информатики и кибернетики, например, понятие регуляторов.
2. Простота и удобство в работе. Неудобный пользовательский интерфейс создаёт дополнительную когнитивную нагрузку на школьников и усложняет восприятие и без того сложного материала.
3. Наличие встроенных средств отладки, чтобы школьники могли следить за ходом выполнения своей программы и её состояниями, имели бы инструмент для эффективного поиска ошибок.
4. Возможность перехода от графической формы программы к текстовой, чтобы школьники старших классов, серьёзно занимающиеся программированием, имели возможность смотреть на то, как их программа выглядит на более приближенном к индустриальному программированию текстовом языке, и могли бы, возможно, вносить в программу правки в той же среде, в которой они привыкли работать.
5. Необходима русскоязычная среда разработки, поскольку школьники

зачастую ещё не владеют иностранными языками, а необходимость работать со словарём существенно усложняет восприятие материала.

6. Цена – каким бы хорошим ни был продукт, если он стоит дорого, не все школы могут себе его позволить.
7. Желательно, чтобы продукт продолжал развиваться и адаптироваться к новым операционным системам и аппаратному обеспечению.

Среда NXT-G

Среда NXT-G – единственное средство программирования, которое поставляется в комплекте с конструктором Lego Mindstorms NXT. Среда базируется на системе LabView, среде визуального программирования от компании National Instruments. В LabView в качестве языка программирования используется визуальный язык G (из-за чего NXT-G и получила своё название). Язык G моделирует процесс вычислений, ориентированный на данные, в котором явно задаётся не последовательность выполнения операторов, а связи между блоками по данным. Блок программы может предоставлять некоторые выходные данные, которые могут служить входными данными для другого блока. Блоки начинают исполняться, когда имеют данные на всех входах. Если сразу несколько блоков имеют данные на всех входах, они исполняются параллельно. Такой подход довольно сильно отличается от подхода, принятого в императивном программировании, но тем не менее он широко распространён среди инженеров и учёных. Например, на тех же принципах основана другая известная визуальная среда программирования научных вычислений и моделирования Matlab/Simulink.

Основная проблема этой среды состоит в довольно слабой поддержке математических выражений. Математические формулы здесь, как и вся программа, строятся из блоков. Есть блоки арифметических операций, блоки чтения и записи значения в переменную, блок, считывающий значение константы, блоки, считывающие показания с сенсоров. Таким образом, даже чтобы запрограммировать несложную формулу, требуется изображать блоками дерево разбора выражения, которое эту формулу задаёт. Для иллюстрации серьёзности этой проблемы достаточно сказать, что программа, представляющая пропорционально-дифференциальный регулятор для движения робота вдоль линии или вокруг препятствия, на языке C занимает порядка десятка строк, тогда как на NXT-G не помещается на одном экране и весьма сложна для понимания. Таким образом, первому из предложенных критериев – пригодности для иллюстрации содержательного материала информатики и кибернетики – NXT-G не соответствует. В основном поэтому NXT-G и не получил широкого распространения в школах.

Что касается простоты и удобства в работе, среда NXT-G специально создавалась для начинающих и поэтому довольно эргономична. По мнению некоторых пользователей она даже слишком эргономична, поскольку не

даёт произвольно размещать блоки на диаграмме, автоматически (и не всегда удачно) прокладывает соединительные линии между блоками и т.д. Для применения NXT-G в школьных классах оказалась важна ещё такая его особенность: большая часть свойств элементов не отображается на диаграмме, а доступна только через редактор свойств, что делает невозможным показ всей программы на проекторе. Никаких средств отладки NXT-G не имеет, текстовая форма программы не порождается, русификация существует, но неофициальная. К плюсам продукта следует отнести то, что он распространяется вместе с конструктором и доступен для скачивания с сайта производителя бесплатно. Кроме того, продукт до сих пор развивается и обновляется. Средствами LabView возможно добавление сторонних блоков, кроме того, сам NXT-G позволяет выделить набор блоков в подпрограмму и использовать её как новый блок.

Среда Robolab

Среда Robolab [2] так же, как и NXT-G, базируется на среде LabView. Robolab специально создавалась для школьного образования и с самого начала своего развития учитывала пожелания школьных учителей и специфику преподавания в школах. Пример специфичного для школ решения, реализованного в Robolab – наличие нескольких уровней возможностей среды. На самом простом уровне доступны только некоторые возможности визуального языка, и программа строится заполнением пустых мест в шаблоне посредством выбора блоков из всплывающего меню. Это позволяет создавать только самые простые программы, имеющие стандартную структуру: команды управления моторами, за которыми следует блок, ожидающий наступления какого-либо события. Причём, этот уровень имеет четыре подуровня, и на первых трёх подуровнях программа может состоять только из одного такого "шага". Сделано всё это для того, чтобы дать возможность детям в начальной школе или даже детском саду пользоваться программой – в столь раннем возрасте они вполне могут не уметь читать. На втором уровне (который тоже состоит из нескольких подуровней) пользователи могут рисовать уже настоящие диаграммы, размещая произвольным образом блоки из палитры и соединяя их линиями, определяющими поток управления. Разница между подуровнями заключается в количестве доступных в палитре блоков, первые подуровни имеют меньше блоков с меньшим количеством параметров. Разбиение на уровни и подуровни организовано так, чтобы дети могли осваивать среду программирования практически без помощи учителя, руководствуясь лишь интуицией. Отзывы учителей, приведённые в [2], показывают, что этой цели удалось достигнуть.

Математические выражения Robolab поддерживает гораздо лучше, чем NXT-G, позволяя писать произвольные выражения в текстовом виде. В Robolab имеется возможность использовать в формулах тригонометрические функции, обращаться напрямую к значениям показаний сенсоров. Циклы в Robolab реализованы довольно необычно –

есть блок "метка" и блок "переход к метке", передача управления никак больше не визуализируется. Имеются условные операторы, возможность породить параллельные процессы, блоки для управления этими процессами, а также средства работы с подпрограммами. На Robolab можно просто и довольно удобно реализовать даже довольно сложные программы, и Robolab вполне подходит для иллюстрации материала из кибернетики до младших курсов вузов.

По другим критериям Robolab показывает несколько худшие характеристики. Приложение было создано в конце 1990-х годов, с тех пор его интерфейс практически не менялся, поэтому сейчас он выглядит несовременно. Кроме того, он довольно неудобен. Специализированных средств отладки в Robolab нет, хотя есть возможность снимать показания с робота и отображать на экране компьютера данные. Текстовое представление программы Robolab породить не может. Русификация присутствует, но лишь частично, некоторые элементы управления не переведены. Robolab бесплатен, одна лицензия по стоимости сравнима с робототехническим набором, что для школ довольно дорого. Развитие Robolab идёт в основном путём добавления новых блоков, сама среда давно не изменялась.

Несмотря на указанные недостатки, Robolab на данный момент является основной средой, используемой в школах для разработки программ для роботов. По отзывам учителей, у многих имеется желание от него отказаться и заменить на что-нибудь более современное, однако пока на рынке не существует продуктов, которые могли бы составить ему серьёзную конкуренцию.

Среда Microsoft Robotics Developer Studio

Среда Microsoft Robotics Developer Studio [3] – разработка компании Microsoft, предназначенная для программирования сложных многопоточных приложений с реактивной моделью поведения, используемых для управления робототехническими системами. Необходимость создания таких приложений есть не только в робототехнике, поэтому Robotics Developer Studio используется и для создания приложений, к робототехнике не относящихся (например, социальная сеть MySpace использует MRDS как составную часть серверного ПО [9]). Программы в Robotics Developer Studio рисуются в виде диаграмм на визуальном языке VPL (Visual Programming Language), представляющем собой по сути визуализатор связей между отдельными параллельно исполняемыми компонентами (или веб-сервисами), из которых состоит программа. Система состоит из следующих крупных частей.

- Concurrency and Coordination Runtime (CCR) – библиотека для работы с параллельными и асинхронными потоками данных. Библиотека позволяет прозрачно организовывать распределённые и параллельные вычисления, исполняя задачи на разных

вычислительных устройствах. Это весьма полезно при программировании роботов, поскольку программы для роботов по природе реактивны и требуют обработки потоков данных одновременно с нескольких сенсоров, причём часть вычислений может быть сделана прямо на роботе, часть – на компьютере вне него.

- Decentralized Software Services (DSS) – среда времени выполнения, обеспечивающая представление компонентов программы в виде веб-сервисов и упрощающая организацию взаимодействия между ними. Взаимодействие между веб-сервисами ведётся по специальному протоколу Decentralized Software Services Protocol (DSSP). DSS позволяет создавать распределённые приложения, которым не важно, на каком вычислительном устройстве выполняется тот или иной компонент, на одном из компьютеров робота или на компьютере ввне, лишь бы они были связаны единой сетью.
- Visual Programming Language (VPL) – визуальный язык и редактор для него, используемый для конфигурирования сервисов. Сервисы можно перетащить на диаграмму, связать их входы и выходы, настроить их атрибуты. Получающаяся на таком языке диаграмма сильно напоминает диаграммы LabView, отображая зависимость между компонентами по данным.
- Visual Simulation Environment (VSE) – трёхмерная среда симуляции поведения робота в виртуальном мире. Обладает довольно богатыми возможностями по симуляции физики и богатыми средствами отображения трёхмерной графики, что позволяет строить сложные и красиво выглядящие модели мира, с которым робот может взаимодействовать. В поставку среды включено несколько моделей окружения, в том числе модель квартиры, в которой работает так называемая "стандартная модель" робота, трёхколёсная платформа с установленным на ней ноутбуком, сенсором Microsoft Kinect, инфракрасными датчиками расстояния и сонаром.

Необходимо отметить, что в сфере школьного образования Microsoft Robotics Developer Studio используется очень редко. Главная причина этого заключается в том, что среда рассчитана в основном на симуляцию и не может эффективно взаимодействовать с реальным роботом. Для LEGO Mindstorms NXT есть возможность управления по каналу Bluetooth, но залить программу на робот возможности нет – на роботе нет возможности запустить .NET-машину. Реальные роботы, управляемые MRDS, обычно гораздо сложнее и дороже того, что можно использовать в школах (стандартная платформа, например, имеет в своём составе ноутбук, который один, скорее всего, дороже всего набора Mindstorms). Управление по Bluetooth недостаточно для решения задач, требующих малого времени реакции робота, из-за больших задержек послышки-приёма Bluetooth-пакетов, что делает MRDS неприменимой для большой области решаемых в

школе задач. Симуляции же тоже оказывается недостаточно, потому что даже с хорошим физическим движком MRDS создаёт модель некоторого идеального мира, в котором большого количества проблем, решаемых алгоритмами кибернетики, просто не возникает. Даже простая задача, решаемая на реальном роботе, может оказаться нагляднее и полезнее школьникам, чем сложная программа, исполняемая на модели в симуляторе.

Вторая важная причина очень узкого распространения MRDS в школах – модель вычислений, в ней используемая. Представление программы в виде набора взаимосвязанных распределённых веб-сервисов может быть удобным для опытных программистов, но начинающим тяжело понять принципы, лежащие в основе такой модели. Сложные механизмы взаимодействия веб-сервисов во многом спрятаны с помощью визуального языка VPL, но всё же требуется некоторое понимание происходящих в системе процессов для того, чтобы рисовать содержательные диаграммы. В целом можно сказать, что MRDS больше подходит для студентов или профессиональных программистов, чем для школьников. Среда хоть и позволяет писать сколь угодно сложные программы, но делать это можно довольно нетривиальным и специфическим образом, что сильно снижает её ценность как иллюстративного материала.

Что касается других критериев, система довольно удобна в работе, имеет средства отладки и кодогенерации, однако, в силу своей специфики, эти средства довольно сложны для использования школьниками. Русификация системы отсутствует, однако же, система распространяется свободно и активно развивается.

Выводы

Сводная таблица с результатами сравнения существующих визуальных средств программирования роботов представлена ниже.

Табл. 1. Сравнение средств программирования роботов

	<i>NXT-G</i>	<i>Robolab</i>	<i>MRDS</i>
Возможность создания сложных программ	Слабая поддержка сложных математических выражений	Присутствует всё, что требуется школьникам	Сколь угодно сложные программы
Простота и удобство в работе	Довольно эргономично, но неудобно для уроков	Удобна, но устаревший интерфейс	Довольно удобна, но сложна
Средства отладки	Нет	Нет	Есть отладчик
Текстовое представление программы	Нет	Нет	Генерирует код на C#
Русификация	Есть, неофициальная	Есть, частичная	Нет
Цена	Бесплатна	Порядка 5000 рублей за	Бесплатна

		лицензию	
Развитие	Развивается	Сама среда не развивается, только добавляют новые блоки	Развивается

Можно сделать вывод, что существующие среды, кроме Robolab, слабо подходят для преподавания информатики и кибернетики в школах. Кроме того, как видно из таблицы, среда Robolab также имеет ряд существенных недостатков, наиболее важный из которых для школ – высокая стоимость. Таким образом, существует потребность в создании бесплатной среды программирования, схожей по функциональности с Robolab, но имеющей средства отладки, генерации кода, русификацию и при этом удобную в работе.

Среда QReal:Robots

Среда программирования QReal:Robots [10] разрабатывается на кафедре системного программирования Санкт-Петербургского Государственного Университета с 2011 года на базе DSM-платформы QReal [11]. Разработка началась после того, как платформой QReal заинтересовались на кафедре прикладной кибернетики университета, и совместно со школьными учителями были определены требования к среде. На данный момент система находится в работоспособном состоянии, хотя некоторая нестабильность работы мешает её активному внедрению в школьный образовательный процесс.

В QReal:Robots модель вычислений строится вокруг понятия потока исполнения, в отличие от подхода, принятого в рассмотренных системах. Связи между блоками на диаграмме указывают, какой блок будет исполняться следующим, зависимости по данным между блоками не визуализируются. Такой подход оказывается более удобным для восприятия, поскольку ближе к императивным языкам программирования и интуитивному представлению о программе как последовательности команд исполнителю.

Рассмотрим QReal:Robots с точки зрения предложенных критериев. Математические выражения в QReal:Robots могут задаваться в текстовой форме, в любом месте, где требуется численное значение, кроме того, есть отдельный блок "функция", предназначенный для записи математического выражения. Имеется возможность использовать переменные и обращаться к текущим показаниям сенсоров прямо из выражения. В языке имеется поддержка алгоритмических конструкций – ветвлений, циклов, параллельных потоков исполнения. Удобство пользовательского интерфейса QReal:Robots обеспечивается, во-первых, возможностями базовой технологии QReal, во-вторых, исследованиями удобства пользовательского интерфейса конкретно QReal:Robots. Базовая технология обеспечивает, например, распознавание жестов мышью, которое используется в QReal:Robots для быстрого рисования связей между

блоками – достаточно с зажатой правой кнопкой мыши провести линию между двумя блоками, чтобы соединить их. Проводилось анкетирование школьников по вопросам удобства использования QReal:Robots, был выявлен ряд замечаний, которые были исправлены.

Наличие развитых средств отладки является основным преимуществом QReal:Robots перед рассмотренными системами. Первое – это возможность интерпретации программы на компьютере с дистанционным управлением роботом по Bluetooth или USB. При этом среда подсвечивает текущий исполняемый блок, визуализируя ход выполнения программы и давая возможность понять, какой блок вызвал ошибку. Второе – наличие двухмерной модели робота, которая может быть использована как исполнитель программы вместо реального робота. Двухмерная модель имитирует трёхколёсную тележку, применяемую, например, в футболе роботов. Модель позволяет задавать расположение и тип сенсоров, и объекты реального мира, такие как стены и линии на полу, с которыми взаимодействуют сенсоры. Двухмерная модель позволяет отлаживать программы без использования настоящего робота, что делает цикл отладки гораздо быстрее, и позволяет использовать QReal:Robots без доступа к роботу вообще, что может быть полезно для школ, пока не закупивших робототехнические конструкторы.

Среда QReal:Robots имеет генератор кода на языке C по диаграммам. Сгенерированный код можно скомпилировать и загрузить на робот для автономного исполнения, при этом его можно просмотреть прямо в среде QReal. Среда изначально разрабатывалась для русскоязычной аудитории, поэтому не требует русификации, бесплатна (и разрабатывается как продукт с открытым исходным кодом), продолжает активно развиваться силами студентов.

Заключение

Рассмотренные в статье среды программирования роботов обладают рядом недостатков, затрудняющих их применение в российских школах. Наиболее соответствует потребностям школьных учителей на данный момент среда Robolab, но она несколько устарела и небесплатна, поэтому существует потребность в новой среде программирования роботов. Такой средой может стать QReal:Robots.

Среда QReal:Robots была представлена на "Открытых состязаниях Санкт-Петербурга по робототехнике" и на робототехническом фестивале "Робофест 2012" в Москве. В качестве доказательства применимости среды QReal:Robots к реальным задачам, решаемым школьниками, команда студентов приняла участие в соревнованиях в движении робота по линии с программой, реализованной целиком на QReal:Robots. Несмотря на то, что для студентов участие в соревнованиях стало практически первым опытом решения задач робототехники, им удалось показать довольно неплохие результаты, заняв места в середине таблицы, несмотря на то, что довольно многие участники использовали специально созданные для этой задачи

роботы. QReal:Robots представлялся также в виде стендовых докладов, где вызвал большую заинтересованность у потенциальных пользователей. Было проведено анкетирование удобства пользовательского интерфейса, которое показало, что продукт достаточно хорош, чтобы вызывать у пользователей симпатию и желание им пользоваться.

Литература

1. LEGO Mindstorms homepage, URL: <http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>
2. Portsmore, Merredith, ROBOLAB: Intuitive Robotic Programming Software to Support Life Long Learning, APPLE Learning Technology Review, Spring/Summer 1999
3. Microsoft Robotics Developer Studio homepage, URL: <http://www.microsoft.com/robotics/>
4. Брукс Ф., Мифический человеко-месяц, или Как создаются программные системы, Символ-Плюс, 2010. 304 с.
5. MyRobot, Язык программирования Лого, URL: <http://myrobot.ru/logo/aboutlogo.php>
6. Звенигородский Г.А., Описание языка Робик, URL: <http://ershov.iis.nsk.su/archive/eaindex.asp?lang=1\&did=7639>
7. cyberneticzoo.com, 1969 - The Logo Turtle - Seymour Papert et al, URL: <http://cyberneticzoo.com/?p=1711>
8. Филиппов С.А., Робототехника для детей и родителей. М.: Наука, 2011. 264 с.
9. Michael S. Scherotter, CCR at MySpace, URL: <http://channel9.msdn.com/Shows/Communicating/CCR-at-MySpace>
10. Брыксин Т.А., Литвинов Ю.В., Среда визуального программирования роботов QReal:Robots // Материалы международной конференции «Информационные технологии в образовании и науке». Самара, 2011. С. 332-334.
11. Терехов А.Н., Брыксин Т.А., Литвинов Ю.В., Смирнов К.К., Никандров Г.А., Иванов В.Ю., Такун Е.И., Архитектура среды визуального моделирования QReal. // Системное программирование. Вып. 4. СПб.: Изд-во СПбГУ. 2009. С. 171-196

Возможности применения информационно-коммуникационных технологий в качестве средства формирования смысложизненных ориентаций старшеклассников

Активные процессы информатизации общества, начавшиеся в середине XX века, повлекли за собой изменения в общественной, экономической и политической жизни страны. Существенные преобразования произошли также на персональном уровне. С появлением персональных компьютеров, сотовой связи, глобальной сети Интернет трансформировались сферы общения, познания, развлечения. Учёные предлагают выделять новую ступень эволюции, когда человек из Homo Sapiens превращается в Homo Informaticus (Г. И. Аркадьев) или Homo Cyberus (В. А. Плешаков).

Наибольшее влияние новые технологии оказывают на молодое поколение, поскольку именно в юношеском возрасте человек наиболее восприимчив к изменению условий жизни. Современные подростки родились в мире, где активно развиваются информационные технологии. Они естественным образом восприняли бурное развитие Интернета и сотовой связи. Виртуальная реальность для них является неотъемлемой частью повседневной жизни.

Специфическая виртуальная культура, возникающая в информационном поле Интернета, наполнена своими нормами и ценностями. Её влияние на личность подрастающего поколения стало предметом изучения Г. И. Аркадьева, Т. А. Бондаренко, Е. П. Белинской, А. Е. Войскунского, А. Е. Жичкиной, И. С. Кона, В. Х. Манерова, В. А. Плешакова, В.С. Собкина и др. Учёные пришли к выводу, что информационное поле сети Интернет оказывает существенное влияние на ценностно-смысловую сферу личности. На наш взгляд, особенно значимым это воздействие оказывается в юношеском возрасте.

Ранний юношеский возраст, приходящийся на старшие классы школы, является сензитивным периодом для формирования личностных новообразований. Это время характеризуется активным развитием интеллектуальных и эмоциональных процессов. Формируются мировоззрение, система ценностных ориентаций и убеждения личности. У старшеклассников появляется интерес к своему внутреннему миру, происходит расширение временной перспективы, возникают вопросы о цели и смысле собственного существования.

Важным интегративным психическим новообразованием, отражающим внутреннюю работу личности по поиску цели и смысла своего существования, являются смысложизненные ориентации. Впервые в научный оборот этот термин был введён Д. А. Леонтьевым. Он рассматривал смысложизненные ориентации в качестве составной части смысла жизни, представляющей собой единство трёх компонентов жизнедеятельности и временных ориентаций жизни: цели (будущего), процесса (настоящего) и результата (прошлого). Цель определяется принятой личностью системой ценностей, процесс – эмоциональной насыщенностью жизни, а результатом является удовлетворённость самореализацией [5].

Смысложизненные ориентации связывают воедино личность и социальную среду. Они являются продуктом рефлексии событий внешнего мира. Необходимой основой формирования смысложизненных ориентаций являются знания. Только имея о вещах и явлениях предварительную информацию, человек может сформировать о них собственные суждения. В наши дни у подростков имеется неограниченный по объёму и скорости доступ к информации. Современные средства связи обеспечивают выход во всемирную сеть, позволяя быть всё время «он-лайн».

Как справедливо отмечает В. А. Плешаков, сегодня киберпространство становится новой средой жизнедеятельности человека. Сама интернетизация жизни становится насущной потребностью. Активное использование средств информационно-коммуникационных технологий (далее ИКТ) влечёт за собой процесс качественных изменений в мотивационно-потребностной сфере и сознании личности. Этот процесс обозначается учёным как киберсоциализация. В. А. Плешаков также говорит о необходимости сопровождения и адекватной помощи молодёжи в формировании киберкультуры личности [7.].

Для того, чтобы не уступить свои позиции в качестве важнейшего института социализации личности, школе необходимо учитывать современные социальные реалии. Отчасти эта проблема решается в рамках информатизации образования, одним из направлений которой является формирование информационной культуры обучающихся. Однако, практика образовательных учреждений показывает, что основной акцент делается на обучении умению работать с прикладным программным обеспечением. В то же время, такой важный компонент информационной культуры как информационная ценностно-смысловая сфера личности, в которой мировоззрение, потребности, мотивы, цели и стремления ориентированы на гуманистические ценности, выделенные С. Д. Каракозовым, упускается из вида [4]. В этой связи становится особенно актуальным изучение возможностей формирования смысложизненных ориентаций обучающихся средствами ИКТ.

Процесс становления смысложизненных ориентаций является двуединым – одновременно внутренним и внешним. Во внутреннем плане

человеком проводится самостоятельная сложная работа по осознанию самого себя и познанию окружающего мира. На основании соотнесения этих двух действий происходит рефлексивная оценка и изменение своего поведения, целей и задач, которые человек ставит перед собой. Во *внешнем плане* на процесс формирования смысложизненных ориентаций старшеклассников влияет специально организованная деятельность взрослого, в частности, педагога.

В исследовании Т. В. Шрейбер было выявлено, что для того, чтобы начался процесс осмысления личностью целей и смысла собственной жизни, необходимо повышение уровня притязаний и высокий уровень целей, стимулирование творческого и интеллектуального потенциала, рефлексивной деятельности, а также минимизация ухода от социальных контактов и расширение коммуникативных программ [9]. Кроме того, мы принимаем во внимание положение В. Франкла о том, что «Смысл должен быть найден, но не может быть создан» [8, с. 36]. Но найден в процессе проживания в ценности, прочувствования их на собственном опыте.

Современные информационно-коммуникационные технологии обладают амбивалентными свойствами. Нам важно использовать их сильные стороны и нейтрализовывать негативное воздействие. Основные направления работы по формированию смысложизненных ориентаций обучающихся средствами ИКТ состоят в следующем.

Во-первых, необходимо противопоставить альтруистические ценности прагматическим. Культурная среда Интернета и весь объем ее информации является для молодежи значимой и социально одобряемой [1]. Однако, поскольку средства массовой коммуникации функционируют по экономическим законам, информация, транслируемая через них, призвана формировать установку на потребление и поддержание материального благополучия. Мощное воздействие на систему ценностей личности происходит при восприятии человеком ролевых моделей, значений, смыслов и образов, содержащихся в информации, транслируемой через Интернет. При этом, чем интенсивнее происходит взаимодействие человека с информационной средой, тем глубже трансформируются представления, смыслы и нормы. Однако, если это взаимодействие разнопланово, то ценностный репертуар становится более богатым и насыщенным [3].

В связи с этим, важной задачей является формирование альтруистических мотивов. Для её реализации необходимо организовывать в рамках сетевых проектов акции милосердия, помощи детям-сиротам, ветеранам Великой Отечественной Войны. Взаимодействие с учениками школ других городов позволит увидеть масштабы и значимость проводимой работы. Знакомство с духовным наследием русской культуры, с произведениями искусства, философской мысли возможно организовать через посещение виртуальных библиотек и музеев, наполнение силами учеников разнообразных сервисов Web 2.0.

Школьникам важно дать стимул для размышления над «главными

вопросами жизни» (Н. И. Пирогов) через просмотр и обсуждение видеороликов, в которых конструктивно решаются моральные дилеммы. Создание социальных видеороликов будет способствовать выработке активной жизненной позиции обучающихся.

Во-вторых, индивидуализм целесообразно заменить коллективизмом. Социальные сети, созданные для того, чтобы объединить людей во всём мире, получили обратный эффект. Пытаясь уйти от тревожащей социальной действительности и получить эмоциональную поддержку, люди стали всё больше замыкаться в пространстве своего внутреннего мира. Социальные контакты стали поддерживаться всё реже, в отличие от виртуальных. Эту негативную сторону интернет-коммуникации возможно нивелировать за счёт объединения старшеклассников в совместные сетевые проекты с учащимися других школ. Телеконференции, общение через Skype позволяют также объединить пользователей со схожими интересами.

В-третьих, следует развить эмоциональную сферу. Виртуальная реальность расширяет границы творческой свободы, предоставляет человеку возможность создавать желаемые в эмоциональном отношении атмосферу и ситуации. При этом неосознанное стремление к душевному комфорту провоцирует индивида аккумулировать в этой реальности все то, что вызывает позитивные эмоции, и исключать негативные. Такая ориентация превращается в установку. Это делает личность эмоционально неотзывчивой и черствой за пределами виртуального мира [6]. Формирование эмоциональной сферы, на наш взгляд, необходимо проводить по трём направлениям: развивать понимание чувств другого, восприятие прекрасного, рефлексии собственных чувств. Первое может быть реализовано в расширении социальных контактов, второе – через знакомство с произведениями высокого искусства в противовес массовой культуре и эстетике безобразного. Третье направление эффективно решается за счёт ведения личных блогов и сетевых дневников.

В-четвёртых, формировать видение перспективы собственного будущего. Исследование И. Л. Васильевой интернет-зависимых студентов показало, что у них отсутствуют четкие цели на будущее, придающие жизни осмысленность, вектор развития и временную перспективу. Они не верят в то, что способны контролировать события своей жизни, и убеждены в иллюзорности свободы и поэтому не стремятся найти возможности для самореализации [2]. Следовательно, важной целью на старшей ступени школы является помощь школьникам в ценностном наполнении основ профессионального самоопределения, формирование ответственного отношения к своей судьбе и построение перспективы собственного будущего. В этом нам могут помочь различные он-лайн-тесты по профориентации, виртуальные экскурсии по вузам, беседы с успешными людьми через Skype, проведение вебинаров, видеоконференций и др.

Таким образом, жизнь в информационном обществе требует от

молодёжи умения уверенно обращаться с информационными потоками, творчески преобразовывать их и не быть объектом манипуляций. Этого невозможно достичь без твёрдой уверенности в собственных целях и ценностях. На наш взгляд, информационно-коммуникационные технологии, несмотря на их амбивалентность, обладают большим потенциалом в деле формирования смысложизненных ориентаций молодёжи. Это обусловлено социальным заказом, отвечает потребностям и интересам учащихся и соответствует основному каналу развития смысложизненных ориентаций – приращению знаний. Однако подобная работа осложняется отсутствием методической литературы. Разработка выделенных нами направлений может оказать существенную помощь в таком сложном и важном деле.

Литература

1. Аркадьев Г. И. Влияние поля современных информационных технологий на личность в юношеском возрасте : автореф. дис. ... канд. психол. наук : 19.00.13 / М., 2003 - 24 с.
2. Васильева И. Л. Особенности структурно-содержательных характеристик смысложизненных ориентаций интернет-зависимых студентов вуза // В мире научных открытий. – 2010. – Январь. – С. 121–125.
3. Ерохин Д. О. Информационная среда как фактор формирования ценностей молодежи : автореф. дис. ... канд. психол. наук : 19.00.05 / М., 2011 - 28 с.
4. Каракозов С.Д. Информационная культура в контексте общей теории культуры личности //Педагогическая информатика. - 2000. - № 2. - С. 41-55.
5. Леонтьев Д.А. Психология смысла: природа, строение и динамика смысловой реальности. - М.: Смысл, 2003. — 487 с. - ISBN 5-89357-082-0
6. Писчиков В.С., Холин М.М. Духовный мир личности и виртуальная реальность Психологические проблемы смысла жизни и акме: Электронный сборник материалов XV симпозиума / Под ред. Г.А. Вайзер, Н.В.Кисельниковой. – М.: УРАО «Психологический институт», 2010. - С. 45-46.
7. Плешаков В.А. Теория киберсоциализации человека: монография / В. А. Плешаков, М.: Номо Cyberus, 2011 – 397 с.
8. Франкл В. Э. Человек в поисках смысла / Под общ. ред. Л. Я. Гозмана, Д.А. Леонтьева. – М.: Прогресс, 1990. – 366 с.
9. Шрейбер Т. В. Особенности саморегуляции старшеклассников с различным уровнем осмысленности жизни // Вестник Удмуртского университета. - 2005. - № 9. - С. 63-78.

Семилуцкая Л.В.

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
вечерняя (сменная) общеобразовательная школа №1, г. Воронеж, учитель
информатики и ИКТ
clv08@inbox.ru

Использование проектной деятельности на уроках информатики в вечерней школе

Если человек в школе не научился творить, то и в жизни он всегда будет подражать, копировать, т.к. мало таких, которые бы научившись копировать, умели сделать самостоятельное приложение этих сведений.

Л.Н. Толстой

В докладе рассматривается метод введения творческих заданий, который представляет собой продукт проектной деятельности, метод обучения на основе реальных ситуаций и его использование в преподавании информатики и ИКТ в школе.

Успех в современном мире во многом определяется способностью человека организовать свою жизнь как проект: определить дальнюю и ближайшую перспективу, наметить план действий и, осуществив его, оценить, удалось ли достичь поставленных целей.

Одним из приоритетных направлений школы является информатизация. Темпы информатизации современного общества, все более широкое использование им в компьютерных и сетевых технологий.

Каковы особенности вечерней школы? Перед каждым учителем возникает ряд проблем, над решением которых ему приходится работать в сложных условиях (особенности контингента учащихся). Вот некоторые из них: Как обеспечить успешность обучения большинства учащихся? Как направить творческую энергию школьников на уроках в нужное русло, если учесть, что в 9-12-й класс приходят учащиеся из разных школ с разным уровнем подготовки (а порой и без знаний компьютера)? В этом есть особенность обучения информатики и ИКТ.

Зачастую в рамках урока не удается осуществить работу, связанную с формированием ИКТ — компетенций в полной мере с теми учащимися, которые не имеют навыков работы с компьютером или теми, кто хочет углубить свои знания и навыки. Для развития познавательных интересов учеников при обучении я применила определенные методики. И в связи с этим я решила составить программу спецкурса по информатике и ИКТ. Так,

например, элективные курсы в 12 классе «Информационные технологии в бизнесе».

Введение творческих заданий в курс информатики помогают решить многие педагогические проблемы, которые не решаются привычными методами. Я воспитываю творческую личность, которая развивается в постоянно изменяющихся условиях, а творческий человек успешен в профессиональной деятельности.

Именно создание учащимися творческих учебных работ помогает достигнуть высокого результата на пути решения этой задачи. Чаще всего творческие работы представляют собой продукт проектной деятельности.

С понятием творчества неразрывно связано понятие интеллекта. Под ним понимается совокупность самых общих умственных способностей, обеспечивающих человеку успех в решении разнообразных задач.

Информационно культурный, грамотный человек должен уметь осознать, когда необходима информация, должен быть способен найти, оценить и эффективно использовать полученную информацию, уметь взаимодействовать с традиционными и автоматизированными средствами ее хранения.

На уроках информатики отдаю приоритет именно практической деятельности учащихся, через которую и происходит овладение ИКТ. Идеальным средством для решения этой задачи служит метод проектов. Проектная деятельность в зависимости от реализуемых образовательных задач может принимать всяческие формы: это может быть грандиозный проект на целый учебный год и более (он может быть и сквозным, то есть не прерывающим классические занятия), а может – проектом на один или несколько уроков (мини-проект). Так, например, проект «Многоликий Интернет», который включает в себя создание различных документов, использующих разные программы, рассчитан на несколько занятий. Участвуя с учениками 10-12 классов в самом интересном проекте «Партнерство и образование» мы получили грамоту от лаборатории Касперского, что дало толчок к дальнейшему участию в сетевых конкурсах: «Мой университет», «Мой класс – моей школе»: в дистанционном мероприятии - конкурс рисунков «Мир космоса», за который получили диплом; в областном конкурсе антинаркотической социальной рекламы «Сделай свой выбор» (награждены дипломом), в областном конкурсе «Вселенная. Земля. Космос», с презентацией «Тюльпаны Байконура» и сайтом «Космическая история развития человечества», а также в международном конкурсе видеороликов «Мой любимый край» - «Воронеж – колыбель русского флота», за который получили сертификат и свидетельство о публикации.

Участие в ученических проектах дает возможность каждому ученику раскрыть свой творческий потенциал, приобрести навыки научно-исследовательской работы, расширить свои знания по предмету, реализовать оригинальные идеи, научиться различным формам презентации проектно-

исследовательских работ. Любой проект связан с прогнозированием, а потому может служить эффективным инструментом развития интеллекта и креативности ученика в обучении и воспитании.

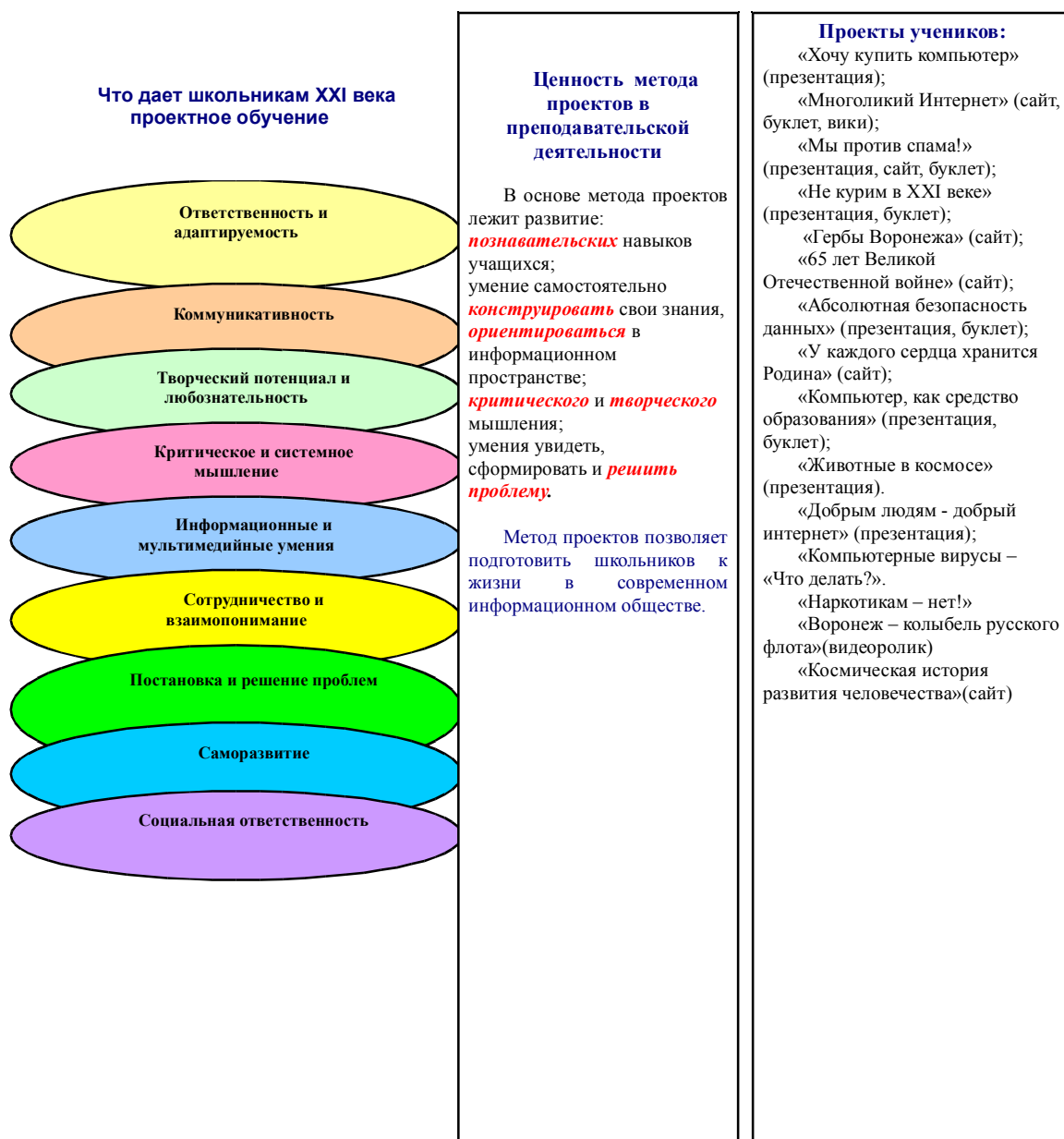


Рис. 1. Что дает школьникам XXI века проектное обучение.

В результате многолетней практики, я для себя решила, что необходимо активно использовать проектную деятельность учащихся на уроках. Я не утверждаю, что проектная работа поможет решению всех проблем в обучении, но это очень эффективное средство при изучении многих тем по информатике и ИКТ.

Человек от природы одарен способностью открытия нового.

Современному ученику важно привить умение самостоятельно приобретать знания. Умение работать с информацией, анализировать ее, видеть и решать возникающие в разных областях проблемы. Задачи интеллектуального и нравственного развития приобрели особую актуальность. Не просто усвоение знаний, а умение их творчески применять для получения нового знания, развитие самостоятельного критического мышления, аналитических навыков — вот новый ориентир образования, который воплотился в компетентностном подходе. Аналитическая деятельность становится важнейшей характеристикой современного общества.

Почему же метод проектов является эффективным средством развития аналитических умений учащихся? Потому что в основе метода лежит развитие познавательных навыков, умений самостоятельно приобретать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического и творческого мышления, умение увидеть, сформулировать и решить проблему. Метод проектов позволяет организовать деятельность учеников таким образом, чтобы условия для развития аналитических умений были благоприятными.

Внедрение метода проектов в практику образования позволяет развивать аналитические умения обучающегося, к которым относятся следующие умения:

- производить диалектический анализ и синтез изучаемого материала;
- выделять главное и существенное,
- классифицировать материал;
- систематизировать, делать выводы и обобщения, резюме;
- аргументировать свои утверждения;
- проводить самоанализ, накапливать, отбирать и обрабатывать материал;
- оформлять свои наблюдения и выводы определенным образом
- выявлять основную задачу (проблему) и определять способы ее оптимального решения;
- пользоваться исследовательскими умениями.

Поэтому формами организации занятий по некоторым темам, на мой взгляд, и следует выбирать исследовательские проектные работы.

Для решения обозначенной проблемы применяю в работе метод обучения на основе реальных ситуаций. Преимуществом этого метода является возможность оптимально сочетать теорию и практику, что представляется достаточно важным при подготовке учеников.

В целях активизации использую такие приёмы:

- создать необычную атмосферу во время деятельности, сделать урок нестандартным;
- добавить в практическую деятельность соревновательный момент, тогда она обретёт хотя бы временную значимость;
- особым образом сформулировать цели деятельности

обучающегося, обозначив его личную заинтересованность.

Проект подразумевает исследовательскую деятельность. Так в 9 классе чтобы составить генеалогическое древо своей семьи необходимо общение с представителями старших поколений (бабушки, прабабушки), а итогом становится проект «Иерархическая модель. Генеалогическое древо семьи», выполненный средствами векторной графики в Word.

Важным шагом при работе над проектом является выбор темы. В старших классах (10 -12 классы) проектная деятельность продолжается по следующим направлениям: «Семейный бюджет»; «Бизнес-план компьютерной фирмы», «Домашняя видеотека» и др.

При работе над проектом «Хочу купить компьютер» учащиеся должны обосновать выбор устройств, вошедших в системный блок, критерием будет являться быстродействие и стоимость системного блока. Используя прайс-листы различных компьютерных фирм, должны обосновать стоимость системного блока данной компьютерной фирмы. При защите учащиеся рассказывают о причинах актуальности выбранной темы, доказывают правильность выбора системного блока, при этом выслушивают рекомендации своих одноклассников.

Свои творческие работы учащиеся представляют в разной форме, в зависимости от целей и содержания. Выполненные работы рецензируются учителями - предметниками, потом оцениваются на различных уровнях. Учащиеся выступают со своими исследованиями на уроках, классных часах.

Для активизации познавательного интереса обучающихся к другим областям знаний на уроках информатики помогают и межпредметные связи: решение проблем других областей средствами информационных технологий (например, построение графиков и диаграмм в MS Excel, используя математические формулы; создание рисунков в графическом редакторе, посвященных 50-летию полета Гагарина в космос «Вселенная, земля, космос», создание плакатов «Через тернии - в космос», «Безопасный Интернет», стенда для кабинета «Галерея информатиков»; создание буклетов для проектов: «Сделай свой выбор», «Многоликий Интернет», «Здоровый образ жизни»; создание плакатов для проекта «Мы за чистый компьютер», «Мы против спама», создание видеоролика «Воронеж – колыбель русского флота».

Хочется лишь отметить, что связь между предметами всегда можно найти, даже если она не явно видна. Понимая и осознавая необходимость интеграции, учителя нашей школы: информатики, математики, биологии, химии, ЗОЖ, краеведения в рамках проектной деятельности разрабатывают и проводят интегрированные уроки. Тесное сотрудничество учителей-предметников делает процесс обучения более качественным и интересным.

Опыт работы заключается в создании собственной системы уроков, разработке системы их проведения, разработке дидактических, контролирующих материалов (в том числе и электронных) и методики их

применения в учебном процессе. Все полученные навыки учащиеся применяют для создания проектов на различные темы по информатике, а также и по другим предметам с использованием исследовательской деятельности.

Собственные наблюдения показали, что:

1. В целом проектная методика является эффективной инновационной технологией, которая значительно повышает уровень компьютерной грамотности, внутреннюю мотивацию учащихся, уровень самостоятельности учеников, их толерантность и общее интеллектуальное развитие;
2. В ходе проектной деятельности развиваются основные компетенции:
 - информационные;
 - коммуникативные;
 - учебно-познавательные.
3. Развиваются творческие способности учащихся и возможность для самовыражения.
4. Развивается самостоятельность добывать знания и пользоваться ими для решения новых познавательных и практических задач.

Подводя итог, можно сказать, что применение идей метода проектов вполне оправдано. Собственные наблюдения показали, что в целом проектная методика является эффективной инновационной технологией, которая значительно повышает уровень компьютерной грамотности, уровень самостоятельности учеников, их толерантность и общее интеллектуальное развитие.

Только творчески работающий учитель может быть образцом и стимулом для творческого развития своих учеников. Поэтому надо быть учителем, которого ждут наши ученики.

Литература

1. Леонтович А. Учебно-исследовательская деятельность школьников как модель педагогической технологии // Народное образование. 2002.
2. Сергеев И.С. Как организовать проектную деятельность учащихся. М., 2005.
3. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. М.: Академия, 2007.
4. Всероссийский съезд учителей информатики 24 марта 2011 года <http://it.teacher.msu.ru/plenary/sadovnichiy>

Фаттахова Г.А.

МБОУ «Мари-Турекская средняя общеобразовательная школа»,
учитель; аспирантка Поволжского государственного
технологического университета
galina-himik@mail.ru

Электронный образовательный ресурс «Школа юного лесовода» как основной инструмент обучения членов школьного лесничества

Для реализации важнейших целей современного дополнительного образования актуальным является поиск и разработка эффективных образовательных технологий и технологических средств, способствующих развитию познавательных навыков, умения самостоятельно конструировать свои знания.

Использование электронных образовательных ресурсов в системе дополнительного образования позволило бы:

- организовать разнообразные формы деятельности обучаемых по самостоятельному извлечению и представлению знаний;
- применять весь спектр возможностей современных информационных и телекоммуникационных технологий в процессе выполнения разнообразных видов учебной деятельности;
- диагностировать и оценивать интеллектуальные возможности обучаемых, уровень подготовки к занятию, соизмерять результаты усвоения материала в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта по внеурочной деятельности;
- создавать условия для осуществления индивидуальной самостоятельной учебной деятельности обучаемых, формировать навыки самообучения, саморазвития, самосовершенствования, самообразования, самореализации;
- обеспечить педагогов, обучаемых и родителей актуальной информацией, соответствующей целям и содержанию образования;
- создать основу для общения педагогов, обучаемых и родителей, нацеленного на повышение эффективности обучения [1].

Цель создания электронного пособия «Школа юного лесовода» – помочь педагогам, включившимся в процесс информатизации образования для повышения эффективности образовательного процесса, а также сократить время на подготовку к занятиям, используя предложенный цифровой контент.

Обучение с использованием данного электронного образовательного ресурса позволит обеспечить формирование базовых компетентностей в

условиях перехода к новым образовательным стандартам через систему школьных лесничеств.

Ресурсы представлены по темам, изучаемым по программе экологической школы по направлению «Юные лесоводы» для обучающихся 8-10 классов общеобразовательной школы в рамках внеурочной деятельности или в системе дополнительного образования. Примерное тематическое планирование имеет рекомендательный характер. При его составлении исходили из принципа избыточности изучаемых тем, что позволит использовать данные материалы при работе с другими программами экологического направления.

Современные средства обучения в системе дополнительного образования

Для достижения образовательных результатов, отвечающих новым запросам общества, в школе и в системе дополнительного образования необходимо использовать современные средства обучения, которые должны обеспечивать выполнение требований федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС).

Достижение личностных, метапредметных и предметных результатов освоения образовательной программы дополнительного образования невозможно без комплексного использования в образовательном процессе всей совокупности существующих средств обучения – как традиционных, так и средств обучения, функционирующих на базе компьютерных технологий [2].

Ключевой характеристикой образования становится формирование общего деятельностного базиса как системы универсальных учебных действий, определяющих способность личности учиться, познавать, сотрудничать в познании и преобразовании окружающего мира [3].

Возможности использования достижений новых технологий (свободный доступ к разнообразным информационным ресурсам, дистанционность, мобильность, интерактивность, возможность формирования социальных образовательных сетей и образовательных сообществ, возможность моделирования и анимирования различных процессов и явлений и пр.) определяют новый подход к оснащению образовательного процесса средствами обучения.

Использование в образовательном процессе интерактивных средств обучения позволяет обучающимся проявить самостоятельность при изучении нового материала, в работе с текстом, раскрывающим основное содержание предмета, оценить свой уровень подготовки по конкретной теме на данный момент времени.

Использование средств мультимедиапроекции позволяет проиллюстрировать изучаемый материал, провести автоматизированный контроль знаний по определенной теме или по курсу в целом, применить особые формы подачи информации, доступной данному ученику, группе обучающихся, выстроить индивидуальную траекторию обучения.

Использование конкретной технологии проведения занятия по электронному пособию учитель может осуществлять с учетом индивидуальных возможностей обучающихся, в том числе и в плане владения информационно-коммуникационными технологиями, а также наличия различного рода интерактивного оборудования.

Программное обеспечение «Школы юного лесовода» позволяет педагогу экономить время при подготовке учебного материала, записывать его в память компьютера и в классе использовать материал, сопровождая показ только устными объяснениями и комментариями, что поднимает эффективность обучения на новый уровень.

Наглядная форма подачи материала, высокое качество изображения на интерактивной доске, удобная система навигации, постоянный доступ ко всем разделам способствуют лучшему усвоению материала и делают занятие интересным и неусттомительным. Информативность и красочность представленного визуального материала облегчают восприятие и создают дополнительный стимул к изучению основ лесоведения и охраны окружающей среды.

Для контроля за качеством обучения и самоконтроля применяется компьютерное тестирование, которое представлено «классической» схемой тестирования с вопросами и несколькими вариантами ответов, что позволяет значительно сократить временные рамки, необходимые на обработку результатов проверки знаний и свести к минимуму субъектное влияние педагога на результат измерения.

Изучение каждой темы по программе направления «Юные лесоводы» можно заканчивать контрольным тестированием, которое позволяет ученику выяснить, насколько глубоко он усвоил учебный материал. Таким образом, промежуточное тестирование фиксирует переход от одной темы к другой. В результате осуществляется постоянная обратная связь обучаемого с педагогом, позволяющая повысить эффективность процесса усвоения знаний.

Таким образом, организацию учебного процесса с использованием электронных образовательных ресурсов можно производить в классе и индивидуально в виде самообразования школьников.

При изучении программы дополнительного образования электронные образовательные ресурсы можно применять как при изложении нового материала – визуализация знаний, так и осуществляя контроль и проверку.

Исследования, проведенные психологом школы, показали, что в ходе мультимедийного занятия объем поданного, и соответственно, усвоенного материала можно увеличивать без риска перегрузить учеников. Информация, продублированная через различные сенсорные пути, через текст, видео, графику и звук, усваивается лучше и сохраняется гораздо дольше.

Структура электронного пособия «Школа юного лесовода»

Электронное пособие состоит из 8 разделов, названия которых расположены с левой стороны слайда.

Названия разделов:

- главная страница,
- программа,
- теория,
- практикум,
- контроль,
- глоссарий,
- литература,
- об авторе.

Переход с одного раздела на другой осуществляется с помощью гиперссылок, настроенных на каждой странице для быстрого доступа к необходимой информации.

На главной странице пособия обозначены ближние и дальние цели, способствующие мотивации обучающихся к изучению материала, показывающие значимость экологических знаний и сформированности основ экологической культуры.

В разделе «Программа» прописаны основные структурные дефиниции, такие как пояснительная записка, цели и задачи программы, условия ее реализации, ожидаемые результаты, тематический план, краткое содержание, список литературы вынесен для удобства пользователей в отдельный раздел.

Раздел «Теория» состоит из 8 слайдов в соответствии с блоками учебной программы.



Рис.1. Первая страница раздела «Теория»

На каждой странице имеется заголовок темы раздела, например «Лесовосстановление и лесоразведение», далее идет маркированный список тем, рассматриваемых на странице, например «Заготовка и хранение семян». После названия теоретического вопроса в скобках указаны расширение документа .doc, .ppt или .pdf, а так же размер. На каждом слайде раздела расположена управляющая кнопка – возврат на первый слайд

«Теория».



Рис.2. Пятая страница раздела «Теория»
Раздел «Практикум» состоит из одной страницы.

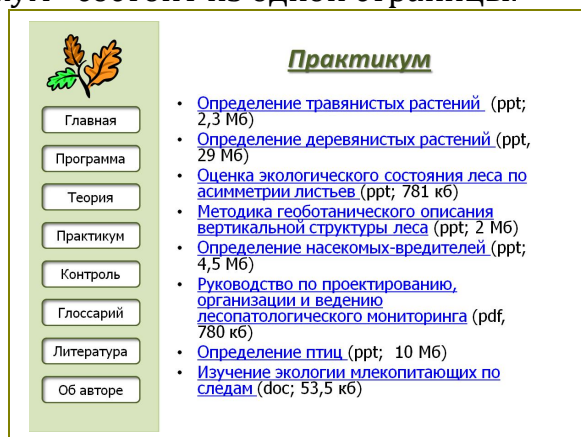


Рис.3. Страница раздела «Практикум»

Раздел «Контроль» составлен по всем теоретическим разделам курса и состоит из двух типов заданий: тестовые и контрольные вопросы. Тестовые задания выполнены в виде презентаций в программе МО PowerPoint 2003. На каждом слайде по одному вопросу и три ответа, правильный из которых только один, при наведении курсора на правильный ответ он выделяется другим цветом, меняется фон фигуры или появляется основная фигура.

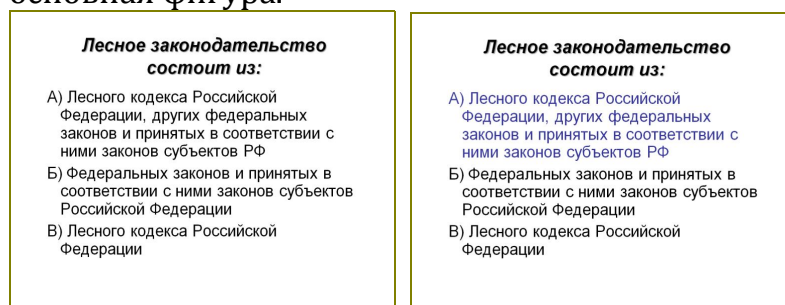


Рис. 4. Вопрос-ответ

Контрольные вопросы выполнены в программе MS Word 2003. В вопросниках не содержатся ответы, но их можно найти в теоретическом материале пособия, глоссарии или воспользовавшись методическими пособиями из списка литературы, предложенном в ЭОР «Школа юного лесоведа».



Рис.5. Страница раздела «Контроль»

Раздел «Глоссарий» состоит из нескольких страниц. На первой странице размещена таблица, в которой обозначены литеры, при нажатии на которые открывается страница с терминами на эту группу. На каждой странице терминологического словаря внизу расположены управляющие кнопки, которые позволяют вернуться на первую страницу глоссария либо перейти на следующую.

Для того, чтобы найти интересующее определение необходим свободный доступ к сети Интернет, так как глоссарий настроен на формулировки терминов, размещенных на сайте Федерального агентства лесного хозяйства по адресу <http://www.rosleshoz.gov.ru/terminology/>.



Рис.6. Первая страница раздела «Глоссарий»

Раздел «Литература» включает подборку литературных источников по каждой теме раздела «Теория». К странице списка литературы по теме можно перейти из раздела «Теория», нажав на кнопку «Литература» на

соответствующем слайде, например страница теоретической темы «Защита и охрана леса, животного мира и среды его обитания» и страница списка литературы по этой же тематике.

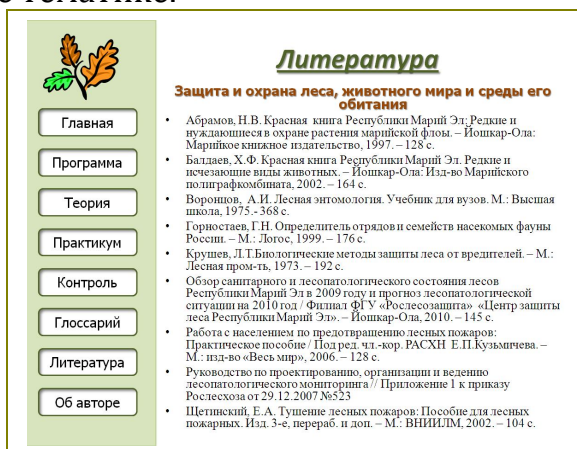


Рис.8. Страница рекомендуемого списка литературы по теме «Защита и охрана леса, животного мира и среды его обитания»

На последней странице содержатся основные сведения об авторе образовательного ресурса: образование, место работы, значимые достижения, публикации.

Краткое содержание электронного пособия «Школа юного лесовода»

В разделе «Программа» представлена рабочая программа, по которой осуществляется теоретическая и практическая подготовка юных лесоводов в школьном лесничестве.

Раздел «Теория» состоит из семи тем, каждая из которых разбита на изучаемые вопросы с ответами.

Содержание темы «Охрана природы»:

- Научные основы охраны окружающей среды;
- Охрана атмосферного воздуха;
- Охрана водных ресурсов;
- Охрана почв и недр;
- Охрана растительного и животного мира;
- Экологические основы ресурсосберегающих технологий;
- Правовые основы охраны природы;
- Охрана окружающей среды на объектах работ».

При изучении темы «Лесоводство» в электронном пособии можно найти материал на следующие вопросы:

- Основы ботаники;
- Лесные почвы;
- Дендрология;
- Понятие о лесе;
- Лесное законодательство Российской Федерации;
- Рубки лесных насаждений;

- Содействие лесному возобновлению;
- Технология заготовки древесины;
- Транспорт древесины.

Содержание темы «Основы лесной таксации»:

- Таксация ствола растущего и срубленного дерева;
- Таксация насаждения;
- Краткие сведения о лесном фонде;
- Подготовка лесосечного фонда;
- Основные понятия о лесоустройстве;
- Пороки древесины;
- Классификация и стандартизация лесных материалов;
- Обмер и учет лесоматериалов.

В теме «Защита и охрана леса, животного мира и среды его обитания» рассматриваются следующие вопросы:

- Основы лесной энтомологии;
- Основы лесной фитопатологии;
- Основы лесозащиты;
- Лесные звери и птицы;
- Охрана среды обитания;
- Основы лесной пирологии;
- Охрана лесов от лесонарушений.

Тема «Лесовосстановление и лесоразведение» состоит из трех блоков, которые в свою очередь представлены теоретическими вопросами.

Первый блок «Основы лесосеменного дела»:

- Заготовка и хранение семян;
- Показатели и методы оценки качества семян;
- Способы подготовки семян к посеву.

Второй блок «Лесные питомники»:

- Системы обработки почвы;
- Применение удобрений и гербицидов;
- Технология выращивания посадочного материала.

Третий блок «Производство лесных культур»:

- Посадка лесных культур;
- Оценка качества лесокультурных работ и лесных культур.

Тема «Механизация лесохозяйственных работ» представлена презентацией.

В теме «Использование лесов» рассматриваются вопросы о видах пользования, таких как заготовка древесины, заготовка живицы, заготовка и сбор недревесных лесных ресурсов, заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений, рекреационная деятельность.

Тема «Охрана труда» содержит необходимую информацию о Федеральном законе «Об основах охраны труда в РФ», трудовом кодексе, производственной санитарии и гигиене труда, производственном

травматизме и его профилактике и иллюстративный материал по оказанию первой медицинской помощи.

По материалам раздела «Практикум» можно познакомиться с методиками проведения исследований в лесу по темам:

- Определение травянистых растений;
- Определение деревянистых растений;
- Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев;
- Методика геоботанического описания вертикальной структуры леса;
- Определение насекомых-вредителей;
- Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга;
- Определение птиц;
- Изучение экологии млекопитающих по следам.

Предложенные методические рекомендации могут применяться как на практических занятиях после изучения темы, так и во время летней практики. Например, после изучения темы «Таксация леса» можно провести практикум по одному из блоков исследования (определение диаметра ствола, полноты и т.д.) по методике геоботанического описания вертикальной структуры леса.

Раздел «Контроль» представлен тестовыми заданиями. По каждой теме предлагается 10 вопросов с ответами.

Количество контрольных вопросов по темам разное и не включает готовые ответы, их необходимо найти самостоятельно пользуясь материалом ЭОР «Школа юного лесоведа». Вопросы составлены по темам лесное законодательство, лесной фонд, рубки леса, лесная таксация, лесовосстановление, селекция и лесное семеноводство, охрана леса, болезни и вредители деревьев и животный мир.

В разделе «Глоссарий» рассмотрены основные понятия и термины, знание которых пригодится не только юным лесоведам, но и профессионалам, вся информация структурирована по буквам алфавита.

В разделе «Литература» приведены тематические списки литературных источников, доступных как в библиотеках, так и в электронных библиотеках сети Интернет.

Используя в работе электронное пособие, каждый педагог легко сможет выстроить логическую схему проведения занятия. Например, тема «Основы лесной энтомологии» → тест «Вредители леса» → практикум «Определение насекомых-вредителей» → практикум «Лесопатологический мониторинг» → контрольные вопросы «Болезни и вредители леса» → литература из раздела «Защита и охрана леса, животного мира и среды его обитания».

Выводы

5.Электронный образовательный ресурс «Школа юного лесоведа» облегчает понимание изучаемого материала за счет различных способов

подачи материала и допускает адаптацию в соответствии с потребностями, уровнем подготовки, интеллектуальными возможностями обучающегося;

6.Использование ЭОР на занятиях позволяет педагогу проводить занятие в форме самостоятельной работы за компьютерами, индивидуализировать работу с обучающимися, с помощью компьютера быстро и эффективно контролировать знания;

7.Информационные технологии значительно расширяют возможности предъявления учебной информации и способствуют повышению мотивации обучающихся к обучению.

Занимаясь проблемой организации и успешного функционирования школьного лесничества с 2006 года в системе дополнительного образования, считаю, что данное направление перспективно и заслуживает особое внимание среди педагогов дополнительного образования и учителей занятых внеурочной деятельностью в рамках реализации федерального государственного образовательного стандарта второго поколения.

Изучение теоретического материала с использованием ЭОР, с последующим закреплением на практических занятиях дает высокий уровень усвоения знаний, возможности их применения в повседневной жизни, а значит, способствует формированию умения учиться.

Использование электронного пособия «Школа юного лесовода» позволяет успешно реализовать подготовку обучающихся не одного кружка или объединения, а охватить желающих со всего муниципального образования путем дистанционного обучения и тем самым повысить их экологическую культуру и результаты участия в конкурсах различного уровня.

Еще одним преимуществом использования электронного образовательного ресурса в подготовке юных лесоводов является то, что оно динамично и всегда может быть изменено с учетом всех пожеланий обучающихся по данной программе и их кураторов, а также сориентировано на уровень общей подготовки ученика.

Литература

1. Обзор цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://metod.magint.edu.ru/LEVEL1/theory/cor.aspx>.

2. Федеральный государственный образовательный стандарт [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.edu.ru.

3. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий : пособие для учителя / Под ред. А.Г. Асмолова. - М.: Просвещение, 2010. - 159 с.

Явич М.П.

старший преподаватель, Грузинский технический университет,
департамент информатики и систем управления
webmax2006@yahoo.com

Теоретические основы информатики. Концепции создания электронных обучающих средств и интеллектуальных компьютерных игр для детей

Аннотация

Предлагаются концепции создания электронных обучающих средств и интеллектуальных компьютерных игр для детей. Концепции разработаны для детей, у которых родной язык грузинский, но могут быть использованы и в более широком масштабе. При создании электронных обучающих средств необходимо учитывать специфические национальные особенности, традиции, лингвистические и языковые системы. В основе эргономики должно быть наличие дружелюбного интерфейса, отсутствие элементов отрицательного воздействия на психику, спокойные цветовые гаммы, отсутствие агрессивности в используемом материале, непонятности в алфавитных и цифровых обозначениях, четкая постановка вопросов в контролирующих программах.

Разрабатываемые электронные обучающие средства должны быть ориентированы на тот контингент, на ту аудиторию, которой они предназначаются. На сегодняшний день существующие концепции разработки электронных обучающих средств ориентированы в основном на взрослого человека, на помощь ему в повышении квалификации, получении второго образования. Но следует учитывать, что психология мышления взрослого человека, его способность к восприятию резко отличается от психологических особенностей ребенка. Для создания дружелюбного интерфейса в пособиях для детей следует учитывать, как возрастные психологические особенности детского восприятия, так и национальные, их традиции, лингвистическую и языковую специфичность окружающей ребенка среды.

Рассмотрим психологические особенности ребенка в зависимости от возраста. К трем годам ребенок достигает определенного уровня социальной компетентности: он проявляет интерес к другому человеку, испытывает доверие к нему, стремится к общению и взаимодействию со взрослыми и сверстниками. Интеллектуальная компетентность выражается прежде всего в том, что ребенок активно интересуется окружающим его миром, бытовыми предметами, игрушками, уже распознает цвет, форму, величину, яркость и т.п., владеет в определенной мере родным языком, способен выражать радость, огорчение, страх,

удивление, удовольствие. Он уже достаточно самостоятелен и инициативен, проявляются начала креативности. Именно в этом возрасте наблюдается первичный, еще не осознанный интерес к компьютеру. Следующий этап в развитии сознания наступает перед началом дошкольного возраста. В младшем дошкольном возрасте (к пяти годам) достаточно четко проявляются черты компетентности, в особенности, интеллектуальной, когнитивности и креативности. Дети более сознательно играют в компьютерные игры, учатся самостоятельно включать и выключать компьютер. Интеллектуальная компетентность связана с достаточно высокой мыслительной активностью. Ребенок уже практически полностью владеет родным языком, ему понятны определенные нюансы, рифмы, словосочетания. Эмоциональность отличается большим многообразием способов выражения своих чувств: радости, грусти, огорчения, удовольствия. Свобода поведения пятилетнего ребенка выражается в стремлении совершать независимые поступки - подбирать для себя определенные компьютерные игры, пытаться проводить их поиск в Интернете. К семи годам существенно повышается уровень произвольности и свободы поведения, что связано с возросшими умственными и интеллектуальными возможностями ребенка, уверенностью в своих силах. Появляется в большей мере заинтересованность, он уже способен понимать разный характер компьютерных игр и сайтов, более четко подбирает игры. В случае, если уже умеет читать, пытается проводить поиск определенных сайтов в Интернете.

Мышление младшего школьника в достаточной мере отличается от мышления дошкольника. Это проявляется в более высоком темпе развития, а также в качественных и структурных изменениях, происходящих в интеллектуальных процессах мышления во время обучения. Следует учитывать тот факт, что у всех детей постепенно развиваются три вида мышления: наглядно-действенное, наглядно-образное, словесно-логическое [1], причем в различном темпе с учетом индивидуальных особенностей ребенка. Последний вид мышления в дошкольный период жизни ребенка относительно слабо развит, но уже в младшем школьном возрасте ситуация меняется, и при нормальном развитии детей третий вид мышления приближается к аналогичному виду мышления взрослого человека. В младшем школьном возрасте у ребенка ярко проявляется уверенность в себе, самостоятельность, чувство собственного достоинства, инициативность, интеллектуальная компетентность, достаточно высокая степень когнитивности и креативности. Ребенок свободно владеет родным языком, понимает его лингвистические особенности, национальные традиции. Ребенок этого возраста уже отличается большим богатством и глубиной переживаний, разнообразием их проявлений и в то же время большей сдержанностью эмоций. Желание к компьютерной деятельности вполне осознано. Ребенок уже способен к работе с компьютером, к

освоению определенных программ и основ программирования компьютерной графики. Его решения могут быть оригинальными, вариантными. Однако появляется желание долговременного нахождения за компьютером, что нецелесообразно, необходимо ограничение этого времени. Приводимые данные свидетельствуют о необходимости разработок концепций создания электронных обучающих средств (ЭОС) для детей, ориентируясь на возраст и национальность ребенка. Приводимые ниже концепции использованы при разработке ряда электронных пособий для детей, родным языком которых является грузинский. Целью разработки концепции создания электронных обучающих средства (ЭОС) для школьников младших классов является повышение уровня знаний и интеллекта школьника благодаря появлению условий для самостоятельного изучения учебного материала в удобном для него месте и времени; более глубокой индивидуализации обучения и обеспечения условий для его вариантности; развитие как образного, так и логического мышления; возможности использования мультимедийных информационных материалов; возможности автоматической генерации большого количества различных заданий и контроля и более объективной оценки знаний, благодаря автоматизированному контролю; возможности обучения поиску информации в различных поисковых системах; возможности точного определения индивидуальных особенностей каждого учащегося, благодаря вариативности материала и обратной связи; возможности использования в учебном процессе технологий мультимедиа и гипертекстовых систем. ЭОС должны отвечать следующим дидактическим требованиям: научность, доступность, наглядность, системность и последовательность в обучении, возможность заинтересовать ребенка, высокое качество в освоении знаний, единство образовательных, воспитательных и развивающих функций обучения, возможность индивидуального обучения и высокая адаптивность в обучении в зависимости от развития ребенка, обеспечение целостности и непрерывности дидактического цикла обучения, максимальное использование компьютерного учебного материала при его сравнительно небольшом объеме, учитывая особенности возраста.

ЭОС должны быть ориентированы на психологические особенности детей младшего школьного возраста [1], с учетом специфических национальных особенностей, традиций, лингвистических и языковых систем и соответствовать эстетическим, эргономическим и технико-экономическим требованиям. ЭОС – средство дополнительного образования в виде электронного издания для локального использования, выпускаемое в ограниченном тираже в виде идентичных экземпляров и не является электронным аналогом соответствующих традиционных учебников. ЭОС разрабатывается на основе средств программирования, гипертекстовых технологий, мультимедийных технологий и может сочетать в себе все вышеперечисленные средства в самых различных

соотношениях. ЭОС, разработанная на основе интеллектуальных технологий, способна к определению ошибочных, либо недостаточных знаний школьника, позволяет обучать его на высоком уровне, контролировать его знания и в случае необходимости давать ему дополнительные объяснения соответствующего раздела (которые школьник недостаточно усвоил), адаптировать процесс обучения, исходя из индивидуальных особенностей с учетом умственного развития и интеллектуальных особенностей каждого ребенка. В этом случае ребенок не только получает знания и контролируется их усвоение, но и имеется возможность дать ему (в случае недостаточного уровня усвоения) дополнительные пояснения, определить пробелы в обучении. Материал, заложенный в ЭОС, должен быть систематизирован и структурирован, учитывать межпредметные особенности изучаемого в школе материала. Последовательность подачи должно быть аргументировано и логично, способствовать прочности усвоения как школьных знаний, так и расширения интеллектуального кругозора ребенка. При разработке ЭОС наиболее целесообразно использование программных средств Microsoft Word и Microsoft PowerPoint основного пакета MS Office.

Учитывая, что обучаемый — это ребенок 7-11 лет с еще формирующейся психикой, из семей с различным уровнем образованности, с разными генетически заложенными умственными способностями и интеллектом, ЭОС должны способствовать постепенному, но постоянному развитию детей. Материал, заложенный в ЭОС является средством дополнительного образования и не должен противоречить основным целям обучения ребенка, использование ЭОС должно быть сугубо индивидуальным и рассчитано на детей с различным уровнем развития. Его использование не должно вызвать у ребенка чувства противоречия. Внедрение ЭОС должно быть ступенчатым, деликатным при наличии высококвалифицированного педагога, который способен правильно преподнести необходимость использования ЭОС, заинтересовав большинство учеников. Для детей этого возраста педагог фактически должен быть не только учителем, но и психологом, который может быстро и адекватно отреагировать на любые проблемы ребенка в процессе обучения [2].

Соблюдение дидактических принципов применимости материала [3], его доступности для детей разного уровня, новизны, пригодности для ребенка способствует более успешному развитию. При создании ЭОС необходимо учитывать ряд специфических требований: адаптивность курса, интерактивность самого обучения – интерактивный диалог на родном языке, четкий контроль знаний, реализация возможностей компьютерной визуализации учебной информации, как средства повышения интеллектуального уровня ребенка в процессе обучения. Разрабатываемые ЭОС должны обладать когнитивностью [4]. Использование в процессе обучения контролирующих систем — это

наиболее эффективный путь к повышению уровня восприятия и переработки информации и, как следствие, эффективности обучения. В случае использования компьютерных технологий повышается достоверность оценки полученных знаний, определяется действительный уровень школьника, независимо от случайных факторов и субъективных позиции учителя. Необходимо создание креативности учебного процесса.

При использовании ЭОС основной упор делается на творческую работу ребенка, возможно с использованием методик эвристического образования. Трудности с проблемой интерфейса креативной среды не должны стать барьером, возникающим перед ребенком, наоборот, в случае наличия у педагога высокого уровня знаний, креативная среда может явиться одним из решающих факторов в развитии умственных способностей и интеллекта ученика. Для этого необходима талантливая система тестирования – подбор вопросов, их формулировок и интерпретации ответов, что позволяет получить наиболее полную и достоверную оценку знаний ребенка. Использование в процессе обучения младшего школьника ЭОС является основным средством для облегчения усвоения и понимания наиболее существенных понятий, утверждений и примеров, более глубокого понимания, как программного учебного материала, так и освоенного в результате применения компьютерных технологий, используя генетически заложенные умственные и интеллектуальные способности ребенка и его развитие.

ЭОС должны соответствовать существующим методологическим требованиям [5,6]. В основе эргономики должно быть наличие дружелюбного интерфейса, отсутствие элементов отрицательного воздействия на психику (цветовые гаммы, агрессивность текста, непонятность алфавитных и цифровых обозначений). При создании ЭОС необходим учет психологических и санитарно-гигиенических требований при работе с компьютерами для детей данного возраста. При соблюдении всех принципов, заложенных в вышеизложенную концепцию, ЭОС становится мощным средством интеллектуального уровня ребенка.

На личность сегодняшнего дошкольника оказывает значительное влияние бурное развитие ИКТ. Уже в возрасте 3 лет ребенок начинает интересоваться компьютерными устройствами, которые он видит дома. Процесс развития ребенка можно определить как две стадии социализации: первичную, характерную для раннего детства, и вторичную – стадию формирования процессов саморегуляции [7]. Уже в возрасте 4-5 лет дошкольник понимает, что, используя компьютер, он может стать участником игрового процесса. Это приводит к изменению его желаний и, как следствие, метода воспитания. Учитывая, что воспитание – это целенаправленный процесс воздействия на личность ребенка, который является в данном случае объектом, необходим достаточно продуманный подход со стороны родителей и педагогов в выборе компьютерных игр, оценивая их положительные и отрицательные стороны [8,9]. Большинство

из находящихся в коммерческой продаже игр не обладают дружественным интерфейсом, имеют ярко выраженную агрессивность в содержании. С одной стороны, это приводит к появлению у ребенка агрессивности, враждебности, что может проявляться в его поведении. С другой стороны, в компьютерной игре он может выражать реакцию на уже имеющиеся у него агрессивные импульсы, чувство гнева, злость – все, что не одобряется его окружением. Игра может стать формой эскапизма с появлением компьютерной зависимости, способом ухода от действительности, беспомощностью ребенка. К сожалению, подобного типа игры наиболее рейтинговые [10].

Все вышесказанное говорит о необходимости создания для дошкольника другого типа игр с высоким интеллектуальным уровнем (ИИ) [11], которые позволят расширить возможности ИКТ в воспитании ребенка; повысить его интеллектуальный уровень на основе ИКТ и компьютерных технологий; развить у него логическое мышление; создать условия для самостоятельной творческой работы (желательно под надзором взрослых); получить интеллектуальную мультимедийную информацию о различных странах, обычаях народов, явлениях природы и т.д.; дать ребенку информацию и возможность услышать в игровой форме различные языки народов мира; проводить с ребенком занятия по родному языку с указанием конкретных лингвистических ошибок; проводить занятия по иностранным языкам основываясь на выборе родителей в зависимости от его национальности и места проживания; в более старшем дошкольном возрасте начинать обучение его алфавиту, чтению, цифрам, простейшим арифметическим операциям; дать ему возможность более глубокого изучения компьютерных технологий, научить использовать простейшие компьютерные программы [12]. При отборе и подготовке подобных ИИ следует учитывать дидактические критерии сложности и трудоемкости. Компьютерные дидактические интеллектуальные игры являются одним из видов компьютерных обучающих программ, в которых должны сочетаться учебные и игровые цели. Необходимо соблюдать и другие дидактические критерии, такие, как доступность и годность выбранной формы материала, научность, наглядность, последовательность обучения. Ребенка нужно заинтересовать, необходимо единство воспитательных и развивающих функций обучения, структурно-функциональной связываемости, целостности и непрерывности дидактического цикла обучения, небольшой объем предлагаемого материала. Основной принцип при разработке - глубокая проработка материала, представление его в таком виде и с таким интерфейсом, которые позволили бы ребенку наиболее эффективно использовать ИИ. Особенное внимание следует уделять креативности игрового материала. Необходимо не нарушать желание ребенка к творчеству, к новаторству, к поиску своего «Я». Креативность среды - один из основных факторов, способствующих умственному развитию ребенка, наряду с когнитивностью. Необходимо наличие программ, которые

позволят ребенку контролировать свои знания и умения. Эти системы должны обладать особым уровнем интеллекта, чтобы не оттолкнуть ребенка от желания их использовать.

ИИ должны быть ориентированы на психологические особенности ребенка дошкольного возраста с учетом специфических национальных особенностей, традиций, лингвистических и языковых систем.

В определенной мере в ИИ должно присутствовать тестирование, причем на интеллектуальном уровне. Это позволит приучить ребенка как к использованию данного метода, что будет необходимо ему в более старшем возрасте, так и станет средством повышения его умственных способностей, образованности. Тесты должны быть простыми, хорошо составленными, понятными ребенку, учитывать национальные традиции и окружение. Наряду с традиционными вопросами, должны предлагаться более сложные, учитывающие национальную специфику.

Интеллектуальные игры должны соответствовать разработанной психологами системе эстетических, эргономических, психолого-педагогических и технико-экономических требований. Особое внимание следует обратить на цветовую гамму, цветовую палитру, яркость и контрастность изображения на экране монитора. Цвета необходимо подбирать насыщенные, контрастные по отношению друг к другу, встречающиеся в природе. Необходима тщательная проработка дизайна. Ничего не должно вызывать у ребенка отрицательных эмоций. Необходимо соблюдение рекомендуемых санитарно-гигиенических требований при работе с компьютером в этом возрасте.

Разработанная концепция определяет возможность создания ИИ, необходимых для умственного и интеллектуально развития детей, способных оградить их психику от пагубного влияния большинства существующих на рынке компьютерных игр.

Литература

1. Смирнова Е.О. Детская психология. М.: Владос, 2003. 368 с.
2. Вачков И.В. Самосознание учителей и учащихся: полисубъектный подход: монография. М.: Издательство СГИ, 2000. 114 с.
3. Хуторской А.В., Андрианова Г.А. Информатика и ИКТ в начальной школе. М: Бином, 2009. 152 с.
4. Ратанова Т.А. Когнитивная дифференцированность как основа личностного развития // Материалы III Всероссийского съезда психологов, 25-28 июня 2003 г. СПб, т.6, 2003. С.503-507.
5. Абраменко А.И. Педагогико-эргономические условия безопасного и эффективного использования вычислительной техники, информатизации и коммуникации в сфере общего среднего образования // Информатика и образование. 2000. №10. С.26-37.
6. Учение и зрение: методическое пособие по охране, гигиене и профилактике зрения. Сост. З.П. Малева. Челябинск: Изд-во «Околица», 2002. 127 с.
7. Безруких М.М., Логинова Е.С. Возрастные особенности структуры саморегуляции деятельности у детей 4- 5 лет // Мир психологии. 2002. № 1. С. 121-126.

8. Зворыгина Е. Педагогические подходы к компьютерным играм для дошкольников // Информатика и образование. 1990. №6. С.94-102.
9. Корецкий В. Компьютерные игры и нравственный выбор // Информатика и образование. 1989. №2. С. 119-121.
10. Войскунский А.Е. Актуальные проблемы зависимости от Интернета // Психологический журнал. № 1, 2004. С. 90-100.
11. Subrahmanyam K., Kraut R. E., Greenfield P.M., Gross E.F. The impact of home computer use on children's activities and development // Available as [WWW document] URL www.futureofchildren.org/urs_doc/
12. Макалатия А.Г. Мотивация в компьютерных играх // 3-я Российская конференция по экологической психологии (Москва, 15-17 сентября 2003 г.). Тезисы. М.: Психологический институт РАО, 2003. С. 358-361.

**СЕКЦИЯ 8. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ И РАСПРЕДЕЛЕННОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ГРИД-ТЕХНОЛОГИИ,
ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРАХ**

Астахова И.Ф.,

Воронежский государственный университет, профессор
astachova@list.ru

Коробкин Е.А.

Воронежский государственный университет, аспирант
Evgeniy-voronez@mail.ru

Технология CUDA для метода дискретных элементов в параллельной среде

Гранулированные материалы, такие как песок, грунт, порошки или зерно, являются неотъемлемой частью нашего мира. Существует потребность в создании симуляции динамики таких материалов. В горнодобывающей промышленности – это изучение самообрушения пород; в сельскохозяйственной отрасли изучение поведения зерна в каналах имеет большое значение.

Метод Дискретного Элемента или МДЭ описывает способ симуляции сыпучих сред. В нем каждая частица материала представляется как тело из механики Ньютона, которое имеет массу и координаты центра, и на которое действуют силы. Таким образом, частицы взаимодействуют друг с другом по определенным законам и возможно наблюдать движение системы в целом. В настоящее время существует несколько комплексов приложений для моделирования частиц с помощью МДЭ. Примером могут служить Open Source проекты LIGGGHTS и Yade, которые решают целый спектр научных задач, связанных с Методом Дискретных Элементов. Устройства находятся в широком доступе, а их мощностей хватает для небольших научных исследований с участием сотен тысяч частиц, тогда как использовать ЦП (центральный процессор) можно для расчета очень небольших систем за приемлемое время.

Технология CUDA, представленная компанией NVIDIA в 2006 г., предоставляет интерфейс низкого уровня для решения задач программирования в параллельной среде с помощью видеокарт NVIDIA и идеально подходит для целей данной работы. В данной работе, используя архитектуру параллельных вычислений CUDA, необходимо реализовать программное и аппаратное обеспечение, позволяющее производить симуляцию гранулированных частиц. Изучить производительность такого программного комплекса относительно классических способов реализации, использующих центральный процессор в качестве основной вычислительной единицы.

Технология CUDA

Технология CUDA использует мощности графических процессоров.

Данные устройства оптимизированы для работы с числами с плавающей точкой одинарной точности; их архитектура сильно отличается от архитектуры ЦП.

Графические процессоры (ГП) сконцентрированы на вычислениях больше, чем на контроле выполнения (условные переходы) и кэшировании данных. Также ГП ориентируются на параллельные вычисления. Поэтому данные устройства являются периферийными для решения конкретных вычислительных задач, которые возможно выполнять в параллельной среде, при этом основания логика приложения выполняется на ЦП.

Для того чтобы технология CUDA была масштабируема, вводится три ключевых абстракции: иерархия групп потоков, разделенная память и барьерная синхронизация. Программист должен разделить задачу на несколько подзадач, которые выполняются независимо разными блоками потоков, которые в свою очередь выполняют маленькую часть этой подзадачи. Разделенная память и синхронизация позволяют этим потокам работать вместе. Масштабируемость достигается за счет того, что блок может быть выполнен на любом ядре ГП, в любой последовательности, параллельно или последовательно, так что программа может быть выполнена на любом количестве доступных ядер.

CUDA расширяет язык C вводя понятия *ядер* (kernel) – функций на языке C, которые, когда вызываются, выполняются N раз на N различных потоках CUDA.

Ядро определяется с помощью приставки `__global__`, а количество потоков определяется с помощью нового синтаксиса конфигурации запуска `<<<...>>>`. Каждый поток, который выполняет ядро, получает уникальный индекс, доступ к которому можно получить через встроенную переменную **threadIdx**.

Для удобства, переменная threadIdx – трехкомпонентный вектор, так что потоки могут быть идентифицированы по одномерному, двумерному и трехмерному индексу, образуя при этом одномерную, двумерную или трехмерную сетку потоков. Таким образом обеспечивается прозрачность в работе с такими объектами как массив, матрица или объемная сетка.

Количество потоков в блоке ограничено из-за того, что все потоки должны быть расположены в пределах одного процессорного ядра. В настоящее время, максимальное количество потоков на блок равняется 1024. Однако ядро может быть выполнено на нескольких блоках, так что общее количество потоков равняется количеству потоков в блоке умноженному на количество блоков.

Блоки также организованы в одномерную, двумерную или трехмерную сетку. Каждый блок в сетке может быть идентифицирован одномерным, двумерным или трехмерным индексом, доступ к которому в ядре можно получить через переменную **blockIdx**. Размерность блока можно узнать из переменной **blockDim**.

Блоки должны быть независимы: они могут запускаться в любом

порядке, параллельно или последовательно. Это необходимо для того, чтобы каждый блок мог быть запланирован на любом процессорном ядре, не зависимо от их количества; это позволяет писать код, который масштабируется по мере увеличения количества ядер.

Иерархия памяти

Потоки CUDA могут иметь доступ к различным пространствам памяти во время выполнения. Каждый поток имеет свое локальное пространство памяти. Каждый блок потоков имеет разделенную память, которая видима всем потокам этого блока. Все потоки имеют доступ к единой *глобальной* памяти.

Существует еще два источника данных только для чтения – *текстурная память* и *константная память*. Глобальная, текстурная и константная памяти оптимизированы для различных действий. Текстурная память также позволяет производить фильтрацию данных для некоторых форматов.

Центральный процессор называется *host* (хост), а графический процессор называется *device* (девайс) в терминах CUDA. Без хоста невозможно функционирование параллельного приложения, так как сама программа по-прежнему выполняется, используя ЦП, и только лишь отдельные фрагменты выполняются на девайсе. Хост и девайс поддерживают свое собственное пространство в памяти – память хоста (*host memory*) и память девайса (*device memory*). Так что программа управляет глобальной, константной и текстурной памятью с помощью обращения к API.

Использование CUDA как средство повышения производительности МДЭ

Рассмотрим способ ускорения вычислений, связанных с Методом Дискретных Элементов, с помощью CUDA. Дана система частиц с определенными физическими параметрами, и помещена в некоторое начальное состояние. Используя вычислительные мощности ГП (графического процессора), необходимо переводить систему в новое состояние. Переход системы из одного состояния в новое и далее будем называть *циклом системы*.

Большинство частиц находятся на относительно большом расстоянии друг от друга. Для данной частицы лишь небольшое количество других частиц находится рядом с ней, а производить расчет сил с другими частицами нет необходимости. Для того чтобы отсекать эти частицы, пространство делится на ячейки одинакового размера, образуя при этом *сетку*. Каждая такая ячейка содержит объекты, которые в ней находятся. Так как для каждой частицы можно узнать, в какой ячейке она находится, то также легко можно узнать, какие частицы находятся вместе с ней.

Для простоты, количество ячеек в сетке одинаково по всем трем измерениям. Ячейка задается координатами и представляет собой куб со стороной l , которая определяется диаметром. Когда частица находится в

данной ячейке, то необходимо проверять только те частицы, которые находятся в 26 окружающих ее ячейках. Предлагаются следующие способы оптимизации доступа к глобальной памяти:

- Кэширование данных в разделенной памяти;
- Линейный доступ к данным.

Помимо глобальной памяти – основного хранилища данных во время вычислений – существует еще разделенная память, доступная всем потокам в пределах блока. Это память небольшого размера, но доступ к ней осуществляется гораздо быстрее. Встроенные средства синхронизации позволяют использовать разделенную память как кэш данных: каждый поток загружает немного данных из глобальной памяти в разделенную, затем все потоки используют только разделенную память. Это сокращает количество обращений к глобальной памяти и ведет к ускорению работы приложения в целом.

Глобальная память оптимизирована таким образом, чтобы максимизировать производительность линейного доступа к данным. Несколько запросов к данным объединяются в одну транзакцию, если они вмещаются в один сегмент, размер которого зависит от запрашиваемых данных.

Таким образом, если несколько потоков выбирают данные, которые расположены друг за другом, то эти данные выбираются за один раз. Если все данные расположены в случайном порядке, то количество транзакций увеличивается и это ведет к снижению производительности.

В свете вышесказанного, предлагается модифицированный метод хранения частиц в ячейках.

Для работы с технологией CUDA необходим графический процессор, который ее поддерживает. Все ГП компании NVIDIA, начиная с серии 8800, поддерживают данную технологию. Однако более новые модели поддерживают более новую версию CUDA 2.1, которая имеет расширенные возможности. В качестве графического процессора была выбрана видеокарта NVIDIA GeForce GTS 450. Данный ГП имеет относительно невысокую цену, приемлемую производительность и поддерживает последнюю версию технологии.

Также необходимо установить на компьютер CUDA Toolkit – средства разработчиков. Это пакет из программных продуктов, позволяющий создавать параллельные приложения. Он включает в себя компилятор, библиотеки времени выполнения, профайлер, а также исчерпывающую справочную информацию. CUDA Toolkit интегрируется в Microsoft Visual Studio, поэтому это приложение также необходимо. Использовалась версия 2010.

Само приложение является графическим. Трехмерная графика выводится на экран с помощью технологии DirectX 10. Для этого был использован DirectX SDK. Данный выбор был сделан в виду того, что автор

данной работы уже ознакомлен с технологией. В качестве альтернативы можно использовать OpenGL.

Приложение состоит из двух окон: окно консоли и главное графическое окно. В окне консоли выводится информация об ошибках и событиях.

В результате выполненной работы было создано приложение, позволяющее выполнять симуляцию частиц с помощью метода дискретных элементов, используя архитектуру параллельных вычислений CUDA. Было получено, что с помощью данной технологии производительность МДЭ можно увеличить на порядок, по сравнению с классическими решениями, использующими центральный процессор.

В архитектуру CUDA изначально включена возможность масштабирования, а благодаря доступности, данная технология претендует на широкое использование в самых различных сферах научной и повседневной деятельности.

Литература

1. Wikipedia.[Электронный ресурс], http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_Дискретного_Элемента
2. CUDA. [Электронный ресурс], http://www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html.

Давыдова А.П.

Национальный исследовательский институт "МИЭТ", аспирантка
anastassia.davydova@gmail.com

К вопросу о реализуемости процесса анализа устойчивости систем управления на параллельных платформах

Транспорт, работающий на бензине, является ответственным за значительную часть загрязнений атмосферы в мире. По данным Saber и Venayagamoorthy [1] вклад транспорта, работающего на ископаемом топливе, в суммарное количество мировых выбросов составляет 24%. Потребность в уменьшении загрязнений окружающей среды и озабоченность глобальными изменениями климата на планете приводит к необходимости использования нового поколения транспортных средств: электромобилей.

Однако на пути такого решения стоят несколько очень важных проблем, одной из которых является дополнительная нагрузка на сеть, создаваемая электромобилями (Electrical Vehicle - EV), в случае их широкого распространения на рынке. Очевидно, что для зарядки такого мощного устройства как электромобиль из сети, требуется большое количество электроэнергии, которое сравнимо с общим количеством электроэнергии, потребляемым всеми электроприборами, используемыми одной семьей, если речь идет о зарядке EV дома [2].

Естественно, что для стимуляции использования экологически чистого транспорта автовладельцами возможности заряжать электромобили дома недостаточно. Важным аспектом, связанным с распространением EV является задача построения территориально распределенных станций подзарядки электромобилей. Необходимо построение интеллектуальной инфраструктуры заправочных станций (возле парковочных мест, в придорожной зоне, в особенности возле оживленных магистралей), способных справиться с возможными перегрузками и распределить потоки транспортных средств оптимальным образом. Самым главным критерием надежности системы управления (СУ) такой инфраструктурой должно являться обеспечение функционирования ее объектов во всем диапазоне возможных входных параметров. В общем случае анализ алгоритмов, лежащих в основе работы СУ, является сложной задачей, для решения которой сегодня могут быть использованы современные параллельные вычислители.

При неконтролируемой стратегии зарядки EV для того, чтобы обеспечить необходимую мощность сети, потребуются дополнительные генераторы, если все электромобили будут заряжаться одновременно, или

же усиление существующих. Специалисты из Pacific Northwest National Laboratory оценивают долю рынка США, которую может обслужить существующая энергосистема в 84% [2]. Однако для России этот процент будет гораздо ниже и поскольку существующая ситуация заставляет серьезно задуматься об альтернативных источниках энергии для транспорта, то необходимо будет серьезно изменить существующую электросеть. Причем эти изменения потребуют не только увеличения мощности генераторов, но также создания интеллектуальных систем контроля. Увеличение нагрузки и сложность предсказания ее распределения во времени (выбор времени зарядки целиком зависит от владельца транспортного средства, от его привычек и графика дня, и повлиять на это весьма трудно) приведут к пиковым нагрузкам на сеть, повысят вероятность превышения максимально возможной мощности для распределяющего трансформатора.

Суммарное потребление электроэнергии подсетью существенно возрастает при зарядке электрических батарей. Это может приводить к значительным пикам нагрузки потребления и тока, что в свою очередь очень негативно отражается на электросети. Коэффициент нагрузки (Load Factor) рассчитывается следующим образом

$$\text{Load Factor} = \frac{P_{\max}}{P_{\text{aver}}}$$

где P_{\max} - максимальная нагрузка на подсеть, а P_{aver} - средняя нагрузка за исследуемый период.

Будем считать целью алгоритма управления максимальное сглаживание пиков в сети заправок, а критерием устойчивости входение LF, и соответственно пиков нагрузки, в некоторый определенный диапазон.

Одним из критериев регулирования нагрузки на систему может быть стоимость зарядки, а именно низкая цена электроэнергии в часы небольшой нагрузки, и высокая в часы большой. Это позволяет перераспределять нагрузку и поощрять пользователя к зарядке в выгодное для него и для состояния системы время.

Рассмотрим задачу анализа устойчивости алгоритма управления сетью заправок. Будем исходить из предположения, что датчики, работающие на каждой заправочной станции и являющиеся источниками входной информации для центрального контроллера, вырабатывающего управляющее решение для сети заправочных станций, могут выходить из строя и давать ложные показания. Для оценки устойчивости алгоритма управления, т.е. его способности предотвращать перегрузку питающей электросети, необходимо проверить его корректную работу в случае поступления на вход искаженных данных. Это могут быть и показания, которые не возникают в реальной жизни, однако могут выдаваться датчиками в случае их неисправности. Учет неисправности датчиков при оценке устойчивости ведет к факториальному увеличению сложности задачи.

Для управления такой сложной иерархической системой, необходимо обеспечить взаимодействие между ее узлами, чтобы повысить интеллектуальность СУ и позволить перераспределять ресурсы в зависимости от нагрузки сети. Мы предполагаем, что управляющие узлы должны обмениваться информацией - запросами и ответами с помощью некоторого протокола.

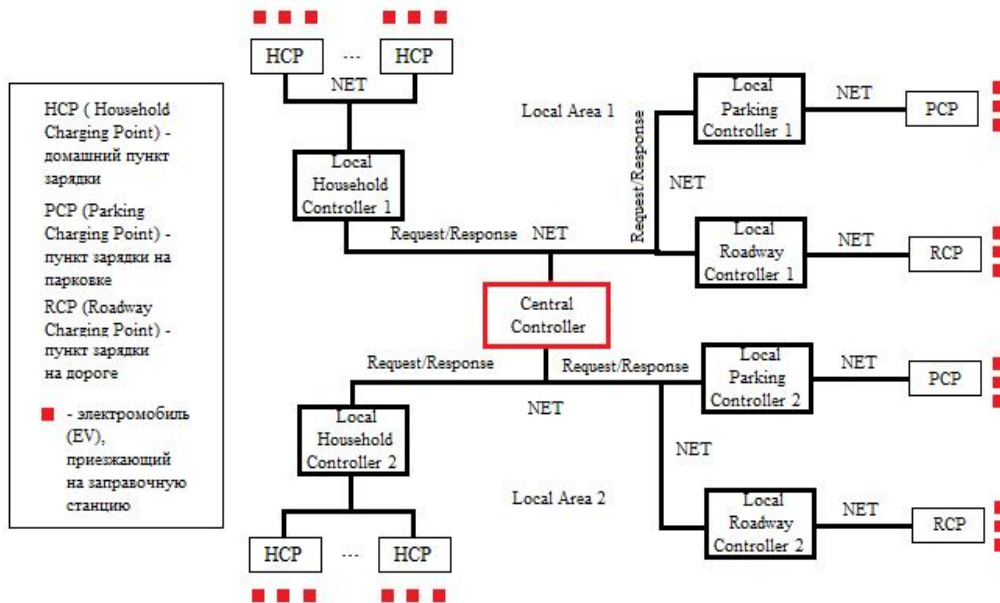


Рис. 1. Схема запросов электроэнергии от различных видов заправочных станций и обмена сообщениями для сетевой интеллектуальной инфраструктуры

На рис. 1 изображена схема запросов, поступающих от электромобилей, приезжающих на различные виды заправок (дома, на парковках, возле дорог). На схеме представлена сеть локальных контроллеров и один центральный, которые обмениваются между собой информацией и на основе ответа (Response) принимают решение о доступе к источнику энергии или же отказе. Для того чтобы система была устойчивой, нужно чтобы и в случае неверного ответа от узла, к которому был отправлен запрос на необходимую информацию (это может быть СС (Central Controller), или же соседнее управляющее устройство) было выработано корректное решение каждым локальным контроллером.

Взаимодействие контроллеров через передачу сообщений может обеспечить управление сетью, однако стратегии управления, которые реализуют как центральный, так и локальные контроллеры, могут быть весьма разнообразны. Выбор оптимальной стратегии и оценка ее устойчивости к широкому диапазону нагрузок является сложной задачей многокритериальной оптимизации, для решения которой необходимо использовать методы имитационного моделирования, поскольку эту задачу нельзя решить аналитическими методами.

Необходимо проверить весь диапазон состояний каждого объекта,

что ведет к большой вычислительной сложности задачи. Поскольку характер потребности автомобилей в зарядке носит случайный характер, то для определения устойчивости имитационной модели требуется генерация некоторого количества симуляций для каждого состояния системы S. Если количество состояний одного датчика K и в системе имеется N таких датчиков, то - число возможных состояний. Таким образом, общее количество необходимых симуляций составляет .

Анализ алгоритма работы центрального контроллера сетевой интеллектуальной структуры заправочных станций для электромобилей

Для иллюстрации применимости предлагаемого подхода проведен анализ упрощенной модели, состоящей из центрального контроллера и двух заправок, каждая из которых имеет свой собственный локальный контроллер. Предполагается, что на каждой из заправок в определенный момент времени может заряжаться только один электромобиль. Таким образом, каждая из заправок создает одну очередь из автомобилей, желающих зарядиться.

Для подстанций электрической сети, имеющих достаточно высокую мощность, нагрузку можно рассматривать как случайную величину с нормальным законом распределения. Эта гипотеза базируется на центральной предельной теореме теории вероятностей и математически ее результат можно представить в следующем виде:

$$P_t = \sum_{i=1}^n P_i, \quad (1)$$

где P_i - мощность отдельного потребителя; P_t - значение электрической нагрузки узла электрической сети, к которому присоединено n потребителей. Данное представление, справедливое для статической нагрузки, которую мы и будем рассматривать, позволяет оценивать общую нагрузку на узел сети и может использоваться контроллером для оценки состояния системы в текущий момент времени.

Пусть нагрузка на 1 заправке в некоторый момент времени t обозначается $P_{PCP1}(t)$, на второй $P_{PCP2}(t)$, а суммарная нагрузка на подстанцию, обслуживающую эти 2 заправочные станции $P_{total}(t)$, тогда принимая во внимание (1)

$$P_{total}(t) = P_{PCP1}(t) + P_{PCP2}(t).$$

Коэффициент нагрузки (LF - Load Factor) для данной системы рассчитывается как

$$LF = \frac{P_{maxtotal}}{P_{aver total}}. \quad (2)$$

Чем ближе значение коэффициента нагрузки к 1, тем выше оптимизирована сеть и тем лучше для системы энергоснабжения, резкие выбросы же крайне нежелательны.

Для того чтобы симулировать очереди из машин создается поток заявок, каждая из которых характеризуется скоростью зарядки v_{charge} кВт/ч,

энергией полностью заряженного аккумулятора W_{cap} и уровнем заряда в процентах q . Для каждой станции существуют несколько возможных режимов зарядки, характеризующихся соответствующей скоростью заряда - 3, 5, 10, 20, 30, 40 и 50 кВт/ч. Было принято допущение, что каждый из обслуживаемых автомобилей ставит своей целью полную зарядку аккумулятора (например, если станция сильно удалена от места, где можно опять пополнить уровень заряда). Следовательно, общее количество энергии, которое необходимо для зарядки рассчитывается как:

$$P_{req} = W_{cap} * q,$$

а время, необходимое для этого

$$t_{charge} = \frac{P_{req}}{v_{charge}} = \frac{W_{cap} * q}{v_{charge}}.$$

Объектом анализа на устойчивость был выбран следующий простой алгоритм центрального контроллера:

при превышении некоторой суммарной нагрузки P_{refuse} на подсистему происходит отказ в обслуживании тем пользователям, оцениваемое время зарядки для которых превышает некоторое значение t_{refuse} .

Очевидно, что такой алгоритм слишком прост для реальной системы, однако и его можно использовать для оценки сложности задачи. За критерий устойчивости моделируемой системы примем вхождение коэффициента нагрузки в заданный диапазон.

В данном случае функции локального контроллера сведены к минимуму - он просто пересылает полученный запрос на выдачу электроэнергии центральному контроллеру, управление этой простой сетью, таким образом, получается полностью централизованным. Для проверки устойчивости алгоритма управления центральным контроллером на всем множестве входных значений, будем варьировать параметры P_{refuse} и t_{refuse} , собирая среднее статистическое значение LF и совершая N симуляций обработки двух очередей заявок с заправок на протяжении суток для каждой пары этих коэффициентов, задающих алгоритм управления. Варьирование параметра P_{refuse} достигалось изменением значения коэффициента α , такого что

$$P_{refuse} = \alpha \cdot P_{max},$$

где P_{max} - максимально допустимая для общей подстанции нагрузка. В проведенном эксперименте P_{max} являлась фиксированной величиной.

Структурная схема алгоритма работы центрального контроллера приведена на рис. 2. Разработанная программа позволяет оценить устойчивость его алгоритма управления. Для этого значения коэффициента α варьируются на отрезке [0,1] с шагом 0.05, а параметра t_{refuse} (в минутах) на отрезке [30;600] с шагом 15 минут.

Результаты были получены для значения N=1000, при котором значение среднее значение LF (за 24 часа) на N симуляциях имеет достаточно небольшое отклонение от математического ожидания (было

определено путем экспериментов).

На рис. 3 представлен график зависимости коэффициента нагрузки от варьируемых параметров, на котором можно видеть при каких значениях происходит резкий скачок LF, при том, что оптимальным является приближение к 1.

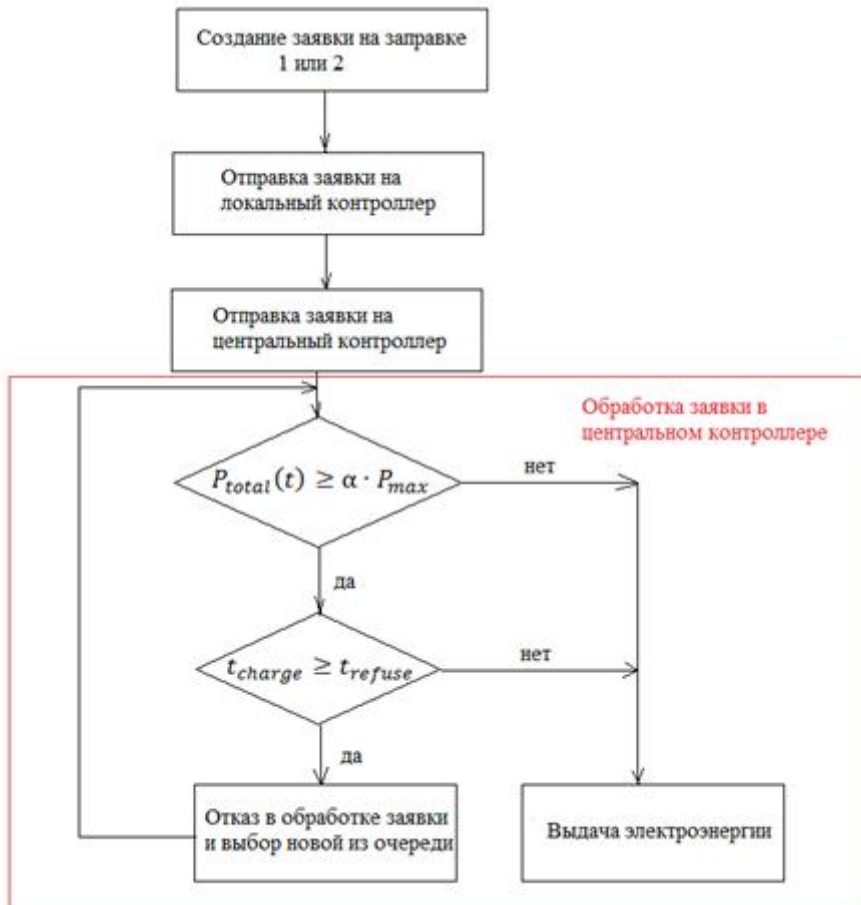


Рис. 2. Структурная схема алгоритма работы центрального контроллера.

Приняв за критерий устойчивости исследуемого алгоритма $LF \leq 3.5$, можно определить значения параметров α и t_{refuse} , при которых поведение системы является некорректным.

Таким образом, при анализе даже простого алгоритма с изменением параметров α на отрезке $[0;1]$ с шагом 0.05, t_{refuse} на отрезке $[30;600]$ с шагом 15 минут и количеством симуляций $N=1000$, суммарное время, потребовавшееся разработанной однопоточной программе для вычислений на мощном современном компьютере составило 54 минуты. Мы получили среднее время вычисления одного элемента из результирующей матрицы $t_{LF_1} \approx 4,15$ с.

Проведенные исследования подтвердили возможность оценки устойчивости СУ с помощью средств имитационного моделирования и позволили определить временные характеристики процесса анализа. Полученные результаты показывают высокую вычислительную сложность

данной задачи даже для упрощенной модели, состоящей из двух локальных контроллеров пунктов зарядки электромобилей, запрашивающих разрешение на подключение абонентов у центрального контроллера. Это обуславливает необходимость переноса процесса моделирования в параллельную среду.

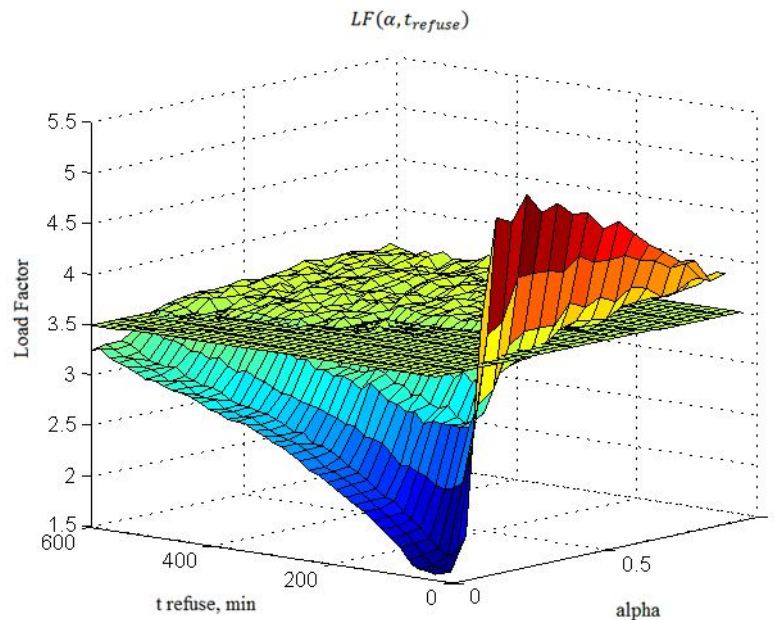


Рис. 3. Визуализация значений α и t_{refuse} , при которых математическое ожидание коэффициента нагрузки не удовлетворяет критерию устойчивости системы управления сетью заправок

Обоснование возможности использования распределенных вычислений

Задача анализа устойчивости прямо связана с рассмотрением всех возможных состояний системы, что в свою очередь требует больших временных затрат и вычислительных мощностей. Впрочем, проблема длительности симуляций всегда существует, когда речь идет о моделировании сложных систем. Вследствие этого предполагается, что необходимо использование технологий параллельного программирования для распределения вычислений между ядрами и процессорами суперкомпьютера.

В общем случае, если анализ алгоритма управления распределением ресурсов сети заправочных станций проводится по некоторому набору варьируемых коэффициентов вектора $\alpha = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$, однозначным образом определяющих свойства алгоритма, то каждый из параметров может принимать некоторый набор значений $s_{\alpha_1}, s_{\alpha_2}, \dots, s_{\alpha_n, m_i}$. Вычисления, необходимые для оценки устойчивости алгоритма, для каждого состояния вектора являются совершенно независимыми друг от друга. Это дает возможность распределить их между ядрами многопроцессорной системы, где каждый узел будет работать со своими параметрами

$\{\alpha_1(s_{\alpha_1 m_j}), \alpha_2(s_{\alpha_2 m_j}), \dots, \alpha_n(s_{\alpha_n m_j})\}$. Такой подход позволит сократить время вычислений пропорционально числу задействованных узлов.

Литература

1. Saber A.Y. and Venayagamoorthy G.K. (2009). One million plug-in electric vehicles on the road by 2015. In: Proc. of 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, St. Louis, MO, October 3-7, pp. 141-147.
2. Davydova A., Lupin. S., Chakirov R., Vagapov Y. Optimization of In-home Charging Schedule of Plug_in Electric Vehicle // Conference on Electrical and Computer Systems, Ottawa, Ontario, Canada 22-24 August 2012, Paper No. 204.

Лупин С.А.,

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва
профессор, e-mail: lupin@miee.ru

Тан Шейн,

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва
аспирант, e-mail: mieegenius@gmail.com

Чжо Мью Хтун

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва
аспирант, e-mail: kyawmyohtun.2013@gmail.com

Параллельная реализация алгоритмов дискретной оптимизации

Введение

Алгоритмы дискретной оптимизации используются при решении различных прикладных задач. В общем случае они направлены на нахождение некоторых координат в N -мерном пространстве, при которых значение функционала, характеризующего состояние системы, достигает оптимума. Практических задач, которые сводятся к дискретной оптимизации, как и методов их решения, существует довольно много, однако большинство из них позволяют получить не точное решение задачи, а лишь некоторое приближение к нему. Для каждого класса задач, точность такого приближения оценивается с помощью сравнения результатов работы алгоритмов с заранее найденным точным или известным нам лучшим решением. Во многих приложениях для его нахождения используется ресурсоемкий метод полного или усеченного (ветвей и границ) перебора. Например, для задачи о ранце, которая относится к NP -сложным и используется в системах криптозащиты, опыт использования метода ветвей и границ описан в [1]. Для NP -полных задач уже при размерности порядка $N = 20$ такой подход не может быть реализован даже на современных вычислительных системах, поскольку число вариантов решения при этом будет составлять $20! \approx 2.4 \cdot 10^{18}$. С учетом числа операций, необходимых для вычисления оценки каждого варианта, число машинных команд составит $10^{20} - 10^{21}$. Это значит, что время выполнения программы даже на суперкомпьютерах с петафлопной производительностью, займет более 1 года.

В качестве алгоритма, который позволяет найти координаты оптимального решения в N -мерном пространстве, авторами настоящей статьи предлагается использовать параллельные реализации алгоритмов случайного поиска. В качестве задач дискретной оптимизации рассматриваются задачи назначения на узкие места и квадратичного

назначения.

Задачи дискретной оптимизации
Задача квадратичного назначения

К задаче квадратичного назначения сводится, в частности, задача размещения элементов на коммутационной плате, которая формулируется следующим образом [2]. Пусть задано множество элементов e_1, e_2, \dots, e_N . Вся схема соединений задается квадратной матрицей соединений \mathbf{R} с числом элементов $N \times N$, номера строк и столбцов которой соответствуют элементам схемы, а элементы матрицы r_{ij} определяют связи элементов друг с другом. Матрица \mathbf{D} определяет расстояния d_{ij} между посадочными местами элементов на коммутационной плате. Алгоритмы размещения минимизируют квадратичный функционал, косвенно оценивающий суммарную длину печатных соединений:

$$F = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N r_{ij} d_{p(i)p(j)}, \quad (1)$$

где $p(i)$ задает номер позиции, присвоенной i -му элементу.

Для нахождения точного решения необходимо произвести перебор $N!$ различных вариантов размещения элементов. В алгоритмах случайного поиска решение получается путем выбора лучшего варианта из некоторого множества случайно сгенерированных размещений.

Задача назначения на узкие места

К задаче назначения на узкие места сводится задача диспетчеризации в распределенных системах обслуживания, которую можно представить в следующем виде [3]: пусть N – число заявок, поступивших от обслуживаемых объектов; M – число обслуживающих объектов; y_{ij} – целевая переменная, равная 1, если j -ый объект используется для обслуживания i -ого вызова и равная 0 в противном случае; r_{ij} – время следования j -ого объекта к источнику i -ой заявки.

Тогда целевая функция системы (2), минимизирующая время реакции, имеет вид:

$$T_{react} = \max(r_{ij} y_{ij}, \forall i = \overline{1, N}; \forall j = \overline{1, M}) \rightarrow \min. \quad (2)$$

При этом:

$$\sum_{i=1}^N y_{ij} \leq 1, j = \overline{1, M}. \quad (3)$$

В такой постановке, число обработчиков заявок должно быть больше или равно числу самих заявок $M \geq N$. Исходной информацией для алгоритмов распределения заявок служит матрица \mathbf{R} , элементы которой r_{ij} , кроме времени движения обработчика к объекту, могут характеризовать и возможность выполнения объектом своей функции по отношению к источнику заявки. В этом случае минимизируя T_{react} , мы оптимизируем не только время движения, но и комплексный показатель эффективности системы обслуживания.

Программная реализация алгоритмов

На каждой итерации алгоритма случайного поиска осуществляется генерация случайного решения и находится значение целевой функции для него. Если это решение лучше известного нам, то оно запоминается и процесс продолжается заданное число итераций. Сложность алгоритма определяется числом итераций. Точность решения, получаемого случайными алгоритмами, в общем случае зависит от количества итераций.

При параллельной реализации алгоритма исходят из того, что его итерации независимы по данным [4]. Это позволяет распределить число итераций между отдельными процессами или потоками, реализующими алгоритм, которые не будут взаимодействовать между собой в процессе вычислений. Синхронизация необходима только после завершения каждым из них расчетов. В качестве общего решения берется лучший вариант, найденный всеми параллельными ветвями программы.

Использование библиотеки MPI

Параллельная программа решения задачи квадратичного назначения реализуется для кластерной многопроцессорной вычислительной системы и использует библиотеку MPI [4]. Общее число итераций в алгоритме равномерно распределяется между процессорами кластера, пересылка промежуточных результатов вычислений в процессе работы алгоритма не производится.

Использование библиотеки OpenMP

Параллельная программа решения задачи назначения на узкие места реализована для многоядерной вычислительной системы и использует библиотеку OpenMP [4]. Общее число итераций в алгоритме равно произведению количества ядер в системе на количество итераций, выполняемое каждым из них.

Одной из основных проблем при реализации алгоритмов случайного поиска является быстрое получение случайного вектора с неповторяющимися элементами, описывающего решение.

В реализованных авторами алгоритмах используется метод ускорения генерации случайного вектора [5]. Это достигается за счет того, что случайное число получается как комбинация двух случайных чисел меньшей размерности, что снижает вероятность повторов.

Результаты работы алгоритмов

Поскольку случайные алгоритмы ведут неупорядоченный поиск, то вероятность нахождения точного решения будет зависеть от соотношения числа рассмотренных вариантов к общему числу возможных вариантов решений. При $N=18$ число вариантов решений будет равно $18! \approx 6.4 \cdot 10^{15}$ и современные вычислительные системы еще позволяют провести полный перебор вариантов, однако даже при незначительном увеличении размерности это потребует больших затрат времени, уже при $N=24$, число вариантов составит $24! \approx 0.6 \cdot 10^{24}$. С практической точки зрения представляют интерес решения, которые дают случайные алгоритмы за 10^6

– 10^{10} итераций. При соотношении числа итераций к числу вариантов меньшим 10^6 , вероятность нахождения точного решения будет пренебрежимо мало отличаться от нуля. Задачей проводимых исследований является определение точности параллельных алгоритмов случайного поиска при решении *NP*-полных задач дискретной оптимизации.

Задача квадратичного назначения

В качестве тестовой для задачи квадратичного назначения используется *тест-задача Штейнберга* [1]. Размерность задачи составляет $N=36$, точного решения для нее в литературе не приводится. Она используется в качестве оценочной для алгоритмов решения задачи размещения элементов. Особенностью задачи является разреженная матрица **R** и слабо выраженная кластеризация элементов.

Результаты работы параллельного алгоритма [6] на многопроцессорной кластерной вычислительной системе представлены в табл. 1. В каждом случае эксперимент повторялся 5 раз, а полученные данные усреднялись.

Таблица 1. Решение задачи квадратичного назначения ($N = 36$)

Число итераций	Число процессоров			
	1	8	16	32
10^3	6820	6120	6156	5817
10^4	5901	5639	5780	5400
10^5	5566	5200	5532	5418
10^6	5150	4954	5084	4935
10^7	4751	4850	4830	4699

Задача назначения на узкие места

В идеальном случае, оценку точности решений алгоритмов, нужно давать, сравнивая их результаты с точным решением, но далеко не для всех задач такое решение может быть получено. Для задачи назначения на узкие места нижняя граница точного решения может быть получена с помощью последовательного решения задачи линейного назначения для преобразованной матрицы **R**. Этот фактор повлиял на выбор ее в качестве объекта исследований. Для рассмотренных в работе примеров такое решение составляет: $T_{react} = 141$ (для $N = 18$) и $T_{react} = 151$ (для $N = 24$).

Исследования проводились на рабочей станции, имеющей два четырехядерных процессора Intel. Число задействованных потоков совпадало с числом доступных приложению ядер. Результаты работы алгоритма представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Решение задачи назначения на узкие места ($N = 18$)

Число итераций	T_{react}					
	Эксперименты					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
10^4	189	177	178	180	176	180
$5 \cdot 10^4$	167	155	170	167	162	164

10^5	146	162	169	153	132	152
$5 \cdot 10^5$	141	146	143	146	141	143
10^6	141	143	143	143	143	143
$5 \cdot 10^6$	143	143	141	141	141	142
10^7	141	141	143	141	143	142

Таблица 3. Решение задачи назначения на узкие места ($N = 24$)

Число итераций	T_{react}					
	Эксперименты					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
10^4	342	353	342	307	348	338
$5 \cdot 10^4$	330	333	245	345	321	314
10^5	316	342	316	339	312	325
$5 \cdot 10^5$	314	293	285	299	196	277
10^6	245	204	225	239	225	227
$5 \cdot 10^6$	221	187	221	230	225	217
10^7	204	204	199	194	199	200
$5 \cdot 10^7$	196	187	181	188	188	188
10^8	185	193	186	185	185	187
$5 \cdot 10^8$	186	174	178	185	185	182
10^9	171	185	178	151	171	171
$5 \cdot 10^9$	151	170	173	169	151	163

Как и в предыдущем случае, было проведено пять серий вычислительных экспериментов. Поскольку решение является целочисленным, полученные данные были усреднены с округлением. Ячейки, соответствующие точному решению задачи, выделены серым цветом. Результаты исследований быстродействия алгоритма для $N = 24$ отражены в табл. 4.

Таблица 4. Время решения задачи назначения на узкие места ($N = 24$)

Число итераций	Время решения (сек)					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
10^4	0.1	0.08	0.1	0.09	0.1	0.094
$5 \cdot 10^4$	0.12	0.1	0.11	0.1	0.12	0.11
10^5	0.14	0.15	0.14	0.13	0.14	0.14
$5 \cdot 10^5$	0.39	0.39	0.39	0.38	0.39	0.39
10^6	0.78	0.72	0.67	0.74	0.71	0.72
$5 \cdot 10^6$	3.3	3.59	3.28	3.28	3.34	3.36
10^7	6.42	6.82	6.24	6.49	6.21	6.47
$5 \cdot 10^7$	32.1	31.1	32.1	32.9	32.1	32.1
10^8	66.8	61.4	66.7	63	61.5	64
$5 \cdot 10^8$	319	322	319	320	320	320
10^9	662	639	626	622	642	638
$5 \cdot 10^9$	3264	3322	3292	3434	3431	3349

Обсуждение результатов

Проанализируем полученные данные с точки зрения точности

алгоритмов и эффективности их распараллеливания.

Задача квадратичного назначения

Результаты эксперимента (табл.1) подтверждают, что и при параллельной реализации алгоритмов с увеличением числа итераций точность решения повышается для любого количества процессоров, участвовавших в эксперименте. Итерации равномерно распределялись между узлами системы и зависимость точности решения от числа процессоров менее очевидна. Хотя лучшее решение и получается всегда при максимальном числе узлов системы, худшее не всегда соответствует системе с одним узлом. Наблюдаются и некоторые другие отклонения. Объяснить это можно тем, что инициализация генератора случайных чисел в программе происходит от системного таймера. Кластер собран на двухпроцессорных модулях, для которых характерно то, что оба процессора используют общий системный таймер. Это приводит к тому, что в процессах, работающих на таких узлах, генераторы случайных чисел достаточно сильно коррелированы. Этот факт и снижает эффективность вычислений. Для устранения этого явления следует использовать внешний генератор случайных последовательностей.

Задача назначения на узкие места

Во всех экспериментах был реализован алгоритм, использующий все доступные для вычислений ядра процессоров. В отличие от многопроцессорных систем, все потоки многоядерного процессора используют единственный таймер, поэтому инициализация генераторов случайных чисел проводилась с помощью случайного массива, полученного за пределами потока.

Результаты исследования точности решений параллельной реализации (табл. 2 и 3) не противоречат общепринятой теории – увеличение числа итераций повышает точность. Отметим, что точные решения задачи алгоритм стабильно находит даже при соотношении числа итераций к числу возможных вариантов решений 10^{-10} для размерности $N=18$ и 10^{-15} для размерности $N=24$. Казалось бы, при таком низком соотношении точные решения получить невозможно. Однако это справедливо лишь для тех задач, в которых точное решение является единственным. В работе не ставилась задача определить количество различных вариантов решений, обладающих минимальным значением T_{react} , но полученные данные косвенно подтверждают, что существует некоторое множество таких решений. Это и определяет высокую точность алгоритмов.

Рассмотрим еще один аспект, отражающий временные характеристики работы случайных алгоритмов. В табл. 4 представлены результаты исследования быстродействия алгоритма случайного поиска при решении задачи с $N=24$. Точное решение получается алгоритмом при числе итераций 10^9 и более. При этом многопоточное приложение затрачивает на расчеты около 1 часа при использовании рабочей станции,

имеющей два четырехядерных процессора Intel. Для алгоритмов, которые позволяют получить точное или близкое к нему решение, используемое для оценки точности других алгоритмов, это является приемлемым.

Но как определить необходимое число итераций, в том случае, если нам неизвестна нижняя граница оптимизируемого функционала? Одним из косвенных признаков получения алгоритмом локального оптимума, который может быть использован на практике, является тот факт, что в течение определенного числа итераций найденное решение не изменяется. В силу причин, отмеченных выше, необходимое число итераций будет зависеть не только от типа оптимизационной задачи, но также и от ее условий.

На наш взгляд, в качестве критерия окончания работы для алгоритмов случайного поиска целесообразно только временное ограничение. При необходимости реализации длительных вычислений, работу алгоритма можно разделить на несколько этапов. Например, 10^{10} итераций можно получить путем 10 запусков алгоритма с числом итераций 10^9 . Кроме того, можно использовать вычислительные системы с большим числом ядер.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования подтвердили высказанное предположение о высокой эффективности параллельных реализаций алгоритмов случайного поиска при решении *NP*-полных задач дискретной оптимизации, встречающихся при цифровой обработке информации. Получаемые с их помощью решения могут быть использованы как в качестве эталонных для оценки работы быстрых алгоритмов, так и в самостоятельном виде в информационных системах, не критичных ко времени обработки.

Литература

1. Колпаков Р. М., Посыпкин М. А. Об оценках вычислительной сложности варианта параллельной реализации метода ветвей и границ для задачи о ранце // Известия РАН: Теория и системы управления. № 5, 2011, С. 74-83.
2. Селютин В.А. Машинное конструирование электронных устройств. М.: Сов. радио, 1977.
3. Лупин С.А., Мью Мьинт Ту. Оценка вычислительной сложности основных этапов моделирования распределенных систем // Естественные и технические науки. 2004. №4.
4. Лупин С.А., Посыпкин М.А. Технологии параллельного программирования. Учебное пособие // М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007.
5. Лупин С.А., Бажанов Е.И., Дорошенко Е.С., Подкопаев И.В. Практическая работа на кластере под управлением Microsoft HPC Server 2008: учебное пособие. М.: Москва, МИЭТ, 2011. 60 с.
6. Зей Яр Вин. Распараллеливание итерационных алгоритмов для многопроцессорных систем // Системный анализ и информационно-управляющие системы: Сборник научных тр. под ред. д.т.н., проф. В.А. Бархоткина. М.: МИЭТ, 2008. С. 164-168.

Грид-систем из персональных компьютеров в России: текущее состояние и перспективы

Введение

Современная наука и производство немислимы без масштабных расчетов, требующих колоссальной вычислительной мощности, которую можно обеспечить только в рамках распределенных и параллельных систем. В настоящее время существует несколько подходов к организации распределенных вычислений. Наибольшую производительность обеспечивают специализированные суперкомпьютеры большой мощности, которых насчитывается несколько сотен по всему миру. Они могут решать широкий спектр вычислительных задач, но требуют больших расходов на создание и эксплуатацию.

Несколько меньшей производительностью обладают так называемые сервисные гриды, которые соединяют кластеры, установленные в различных организациях. Это решение дешевле по отношению к суперкомпьютерам, но также требует выделенных ресурсов и значительных усилий, связанных с эксплуатацией. Инфраструктура сервисных гридов состоит из набора сервисов, обеспечивающих доступ к брокерам ресурсов, информационным службам, хранилищам данных, вычислительным ресурсам. Пользователи сервисных гридов имеют соответствующие права доступа к предоставляемым сервисам. Контроль доступа к ресурсам осуществляется посредством сертификатов безопасности. Хорошо известны следующие технологии создания сервисных гридов, как Globus, LCG-2/gLite (EGEE), ARC [и Unicore].

На нижнем уровне рассматриваемой иерархии находятся грид-системы персональных компьютеров (ГСПК). ГСПК основаны на наблюдении, что большую часть времени персональные компьютеры либо простаивают, либо загружены лишь на некоторую небольшую долю своей мощности. ГСПК обеспечивают возможность объединения свободных вычислительных мощностей домашних компьютеров и персональных компьютеров учреждений в единую распределенную систему для решения сложных вычислительных задач.

В отличие от сервисных гридов, грид-системы из персональных компьютеров легко установить и поддерживать. Как правило, требуется одна рабочая станция, на которой запускается серверная часть инфраструктуры. Пользователи со всего мира имеют возможность подключать свои персональные компьютеры к этому ресурсу, предоставляя

тем самым свободные ресурсы своих компьютеров для работы приложений, размещенных на центральном сервере. Грид-системы из персональных компьютеров являются наиболее дешевым решением, обеспечивающим большую вычислительную мощность. ГСПК обладают огромным потенциалом роста – в настоящее время в мире насчитывается более одного миллиарда персональных компьютеров и их число стремительно увеличивается.

К сожалению, далеко не все распределенные приложения могут эффективно выполняться на подобных системах из-за серьезных ограничений, накладываемых возможностями по передаче данных и высокой вероятностью отказа узлов, участвующих в вычислениях. Вместе с тем, достаточно широкий класс практических задач укладывается в модель управляющий-рабочие, которая является основной моделью приложения в ГСПК. К этому классу относятся многие переборные и комбинаторные задачи, моделирование методом Монте-Карло, задачи идентификации и многие другие. Для таких задач использование ГСПК оправдано и позволяет разгрузить суперкомпьютеры и сервисные гриды. Резюмируя можно сказать, что грид-системы персональных компьютеров являются дешевой альтернативой суперкомпьютерам и сервисным гридам и для ряда задач могут их успешно заменять.

VOINC – Основная платформа для разработки систем ГСПК

VOINC (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing) [1] представляет собой платформу с открытым кодом для организации проектов добровольных вычислений. Разработка системы ведется в U.C. Berkeley Spaces Sciences Laboratory (США) исследовательской группой, которая также разрабатывала проект SETI@home. Работа над VOINC была начата в 2002 году с целью создания универсальной программной платформы для проектов подобного рода, которая бы упростила процесс развертывания необходимой инфраструктуры и разработки приложений. Первый проект добровольных вычислений на основе VOINC был запущен в 2004 году. В настоящее время насчитывается более 80 публичных проектов на основе VOINC, делаая платформу стандартом де-факто в данной области. Система также часто используется для организации внутренних гридов из персональных компьютеров.

Программное обеспечение VOINC состоит из двух основных частей: серверной, которая обеспечивает функционирование проекта, и клиентской, размещаемой на машинах добровольцев. Каждый проект на основе VOINC создается и функционирует независимо от других проектов, поддерживая собственный центральный сервер и веб-сайт. Для участия в проекте добровольцы устанавливают на своих компьютерах универсальный клиент VOINC, распространяемый с сайта платформы и доступный для всех основных операционных систем.

Проект на основе VOINC идентифицируется с помощью уникального адреса (URL), являющегося одновременно главной страницей веб-сайта

проекта и точкой входа для клиентов. В рамках проекта могут выполняться несколько приложений, состав которых может со временем изменяться. В рамках VOINC предусмотрена поддержка широкого класса вычислительных приложений, которые могут быть сформулированы в виде совокупности из большого количества независимых заданий. Платформа обеспечивает надежное и эффективное выполнение приложений в динамичной распределенной среде, реализуя механизмы планирования заданий, передачи данных и обработки отказов. Существующие приложения на таких языках, как C, C++ и FORTRAN, могут быть использованы в рамках VOINC без или с минимальной модификацией их кода.

После установки клиента VOINC, добровольцы могут подключить клиент к одному или нескольким проектам. При этом пользователь может указать то, каким образом в процентном отношении ресурсы его компьютера будут распределены между данными проектами. При подключении к проекту пользователь фактически дает разрешение на выполнение на своей машине любых исполняемых файлов, загруженных с сервера проекта. Несмотря на то, что VOINC обеспечивает определенную изоляцию выполняемого на клиентской стороне кода (sandboxing), в общем случае пользователь самостоятельно должен убедиться в подлинности, защищенности и научной значимости проекта.

Для учета индивидуального вклада каждого из добровольцев в проект в VOINC реализован механизм учета кредитов, которые вычисляются пропорционально процессорному времени, использованному для выполнения заданий проекта. В VOINC также предусмотрена возможность экспорта информации о кредитах пользователя на уровне отдельного проекта. Это, а также поддержка глобальной идентификации пользователя по его адресу электронной почты, позволяет агрегировать и делать доступной сводную статистику кредитов пользователя по всем проектам.

Состояние исследований по тематике ГСПК в России Проект DEGISCO

Целью проекта седьмой рамочной программы DEGISCO[2], стартовавшего в 2010 и завершившегося в 2012 году, было развитие и популяризация технологий ГСПК по всему миру. В проекте принимали участие 12 партнеров из 11 различных стран. В рамках проекта было проведено много мероприятий (выставок, выступлений, семинаров и тренингов), основной целью которых было распространение информации о технологиях ГСПК и обмен опытом использования ГСПК.

Основным результатом работы проекта явилось создание международной федерации ГСПК[3]. Международная федерация грид-систем из персональных компьютеров является организацией, объединяющей людей из различных компаний, университетов и исследовательских институтов, заинтересованных в использовании вычислительной мощности такого типа и желающих обменяться опытом

друг с другом. Своим участникам федерация предоставляет несколько услуг: личные встречи на семинарах, доступ к документации, форум, веб-портал и консультации экспертов.

В настоящее время в состав федерации входят 46 организаций. Российское отделение представлено четырьмя организациями:

- Институт прикладных математических исследований Карельского научного центра РАН,
- Институт вычислительных технологий сибирского отделения РАН,
- Институт системного анализа РАН,
- Институт динамики систем и теории управления сибирского отделения РАН.

Как минимум в трех из перечисленных организаций существуют научные коллективы, ведущие исследования по тематике ГСПК. Содержание этих исследований будет рассмотрено подробнее далее.

Исследования, проводимые ИПМИ Кар НЦ РАН

В Институте прикладных математических исследований проводятся исследования по нескольким направлениям, связанным с ГСПК. Во-первых, это – разработанный интерактивный веб-портал для работы с VOINC. Этот портал облегчает развертывание VOINC-приложения, инициацию вычислений, получение результатов расчетов. С использованием разработанного портала было создано несколько распределенных приложений. Это, например, приложение, направленное на проведение кванто-механических расчетов с использованием пакета Firefly [4]. Также был реализован распределенный вариант обработки больших объемов данных[5].

Исследования, проводимые в ИДСТУ СО РАН

Основным достижением Института динамики систем и теории управления является разработка и поддержание проекта SAT@home[6,7], который на данный момент является наиболее успешным российским проектом в области добровольных вычислений. На момент написания статьи в проекте принимают участие 2755 добровольцев, общее число компьютеров, подключенных к проекту составляет 7087, средняя реальная производительность составляет 1.169 TFlops.

SAT@home – исследовательский проект на платформе VOINC, использующий мощности распределенной вычислительной системы для решения трудных и практически важных задач (обращения дискретных функций, дискретной оптимизации, биоинформатики и т.д.), которые могут быть эффективно сведены к задаче о выполнимости булевых формул. Сначала в рамках данного проекта успешно решалась задача криптоанализа шрифта A5/1. Были улучшены существующие результаты в этой области [8]. На данный момент в проекте решаются задачи поиска ортогональных пар диагональных латинских квадратов порядка 9 и 10. В ближайшем будущем авторы проекта рассчитывают найти тройку взаимно

ортогональных латинских квадратов порядка 10 либо доказать отсутствие такой тройки.

Исследования, проводимые в ИСА РАН

Институт системного анализа РАН является одним из партнеров в проекте DEGISCO и членом международной федерации грид-систем из персональных компьютеров с момента ее основания. На базе Центра грид-технологий и распределенных вычислений ИСА РАН функционируют тестовая, учебная и рабочая вычислительные инфраструктуры BOINC.

Учебная инфраструктура используется для обучения студентов в рамках практических занятий и при выполнении курсовых и дипломных работ. Тестовая инфраструктура используется для апробации BOINC-проектов перед их размещением в рамках рабочей инфраструктуры.

В рамках рабочей инфраструктуры в настоящий момент функционирует проект [OPTIMA@home](#) [9]. Данный проект направлен на решение задач глобальной оптимизации в распределенной среде. В настоящее время в рамках проекта решается задача нахождения минимума потенциальной энергии взаимодействия атомов однородного молекулярного кластера.

Коллектив центра грид-технологий и распределенных вычислений проводит различные мероприятия, направленные на популяризацию технологии ГСПК в России. Регулярно проводятся тренинги и семинары по технологиям ГСПК. На конференции Грид'2012 в Дубне была проведена секция, посвященная тематике ГСПК. Также регулярно тематика ГСПК представляется на ежегодной выставке Softool в рамках экспозиции Российской академии наук. Поддерживается функционирование сайта российского отделения международной федерации грид-систем из персональных компьютеров [10], на котором размещается информация о проводимых в России исследованиях в области ГСПК.

Российские добровольцы, предоставляющие компьютерные ресурсы

В России существует сообщество пользователей, которые предоставляют ресурсы своих компьютеров для добровольных вычислений. Сайт сообщества [11] регулярно обновляется. Недавно вышла статья участников [12], посвященная деятельности, успехам и задачам сообщества. В настоящее время зарегистрировано более 100 команд российских участников из которых не менее 12 являются активными и принимают участие в различных проектах.

Роль добровольцев, предоставляющих ресурсы персональных компьютеров для различных проектов добровольных вычислений очень важна. В будущем планируется расширение взаимодействия и сотрудничества между исследователями, которые создают проекты BOINC и сообществом добровольцев. В настоящее время такое сотрудничество уже проводится в рамках проекта SAT@home – российские добровольцы не только предоставили большие вычислительные ресурсы, но и помогли

существенно улучшить технологические стороны проекта. В работе секции, посвященной ГСПК, которая прошла в рамках конференции GRID'2012 летом 2012 года, приняли участие представители российского сообщества добровольцев, что также может быть расценено как важный шаг на пути к сотрудничеству.

Перспективы развития грид-систем из персональных компьютеров в России

У технологий грид-систем из персональных компьютеров в России существует большой потенциал развития. Можно предположить, что с ростом пропускной способности домашнего интернета, увеличением мощности персональных компьютеров, число компьютеров, присоединяемых к проектам, будет расти, что приведет к росту суммарной вычислительной мощности российских сетей ГСПК. Определенные надежды в последнее время связываются с развитием мобильного интернета. В настоящее время мобильные телефоны и планшеты обладают достаточно мощными процессорами и могут быть использованы для вычислений.

Участники российского отделения Международной федерации грид-систем из персональных компьютеров предполагают продолжать активную деятельность по популяризации технологий ГСПК. Целью этой работы является распространение и внедрение этих технологий в практику работы научных и производственных коллективов, что позволит существенно расширить мощность используемых ими вычислительных ресурсов. Как следствие ожидается повышение точности и объема проводимых расчетов, что открывает возможности для получения новых научных результатов.

Предполагается создание на базе проекта OPTIMA@home зонтичного Российского проекта добровольных вычислений, в рамках которого различные исследовательские и производственные коллективы смогут размещать свои приложения. Предполагается, что такой подход позволит консолидировать больше вычислительных ресурсов, чем, если бы каждое из приложений размещалось бы в отдельном проекте.

Другим важным направлением развития ГСПК является создание гибридных вычислительных систем, в состав которых входят как ресурсы добровольцев, так и суперкомпьютерные и грид-ресурсы. Такие системы будут обладать рекордной вычислительной мощностью и их использование открывает перспективы для решения сложных задач, которые не были решены до этого.

Литература

1. Anderson D. P. Boinc: A system for public-resource computing and storage. In R. Buyya, editor, Fifth IEEE/ACM International Workshop on Grid Computing, pages 4-10, 2004
2. Проект DEGISCO <http://degisco.eu/>
3. Международная федерация ГСПК <http://desktopgridfederation.org/>
4. Ивашко Е.Е., Никитина Н.Н. Организация квантовохимических расчетов с

использованием пакета Firefly в гетерогенной Грид на базе BOINC // Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее. Труды Международной суперкомпьютерной конференции (Абрау-Дюрсо, 19-24 сентября 2011 г), 2011. С. 178–181.

5. Ивашко Е.Е., Головин А.С. Методы Data Mining для анализа больших массивов данных в гетерогенной грид на базе BOINC. Труды Международной суперкомпьютерной конференции (Абрау-Дюрсо, 17-22 сентября 2012 г), 2012.

6. Проект добровольных вычислений SAT@home <http://sat.isa.ru/pdsat/>

7. Заикин О.С., Посыпкин М.А., Семёнов А.А., Храпов Н.П. Организация добровольных вычислений на платформе BOINC на примере проектов OPTIMA@home и SAT@home // CAD/CAM/CAE Observer # 3 (71) / 2012. С. 87-92.

8. Posypkin, Mikhail and Semenov, Alexander and Zaikin, Oleg (2012) Using BOINC desktop grid to solve large scale SAT problems. Computer Science, 13 (1). pp. 25-34. ISSN 1508-2806.

9. Проект добровольных вычислений SAT@home <http://boinc.isa.ru/dcsdg/>

10. Сайт российского отделения международной федерации ГСПК <http://desktopgrid.ru/>

11. Сайт сообщества российских участников проектов BOINC <http://www.boinc.ru/>

12. Андреев А., Манзюк М., Ватутин Э. Весь мир как суперкомпьютер. Троицкий вариант, 16(110), С. 7-9

Сравнительный анализ инфраструктур для облачных вычислений

Введение

Благодаря парадигме IaaS становится возможным виртуализировать практически любую аппаратную составляющую, что является безусловно полезным при желании предоставить пользователю значительные вычислительные ресурсы удаленно. Такие задачи возникают и в процессе обучения информационным технологиям: удобно становится один раз установить и настроить, скажем, образ операционной системы с нужными учебными примерами, а затем благодаря интерфейсу, предоставляемому облаком, запускать этот образ для каждого студента. Подобное «учебное» облако становится решением проблем, связанных с бесконечной настройкой и переносимостью учебных сред. Для того, чтобы внедрить подобное облако, необходимо прежде всего ознакомиться с существующими облачными решениями.

В классическом варианте облачной вычислительной системы можно выделить шесть основных компонент.

Во-первых, имеются физические машины и их операционные системы. Мы выделяем их, потому что: а) если процессоры, используемые в машинах, не поддерживают технологию аппаратной виртуализации, то мы можем говорить лишь о паравиртуализации, и это существенно снижает как вычислительные способности системы, так и выбор программного обеспечения в дальнейшем; б) системы с открытым кодом в большей степени, чем другие, должны быть достаточно гибки для работы со многими гостевыми ОС (а коммерческие могут быть узко специализированы на работу с определенным набором программных компонент).

Во-вторых, сетевая компонента. Использование сети влечет за собой DNS, DHCP и организацию подсетей физических машин. Это также включает виртуализацию внутри сети для того, чтобы дать каждой виртуальной машине уникальный MAC адрес. Все компоненты должны быть соответственно сконфигурированы для работы с виртуальными узлами в той же степени, что и с физическими.

В-третьих, использование гипервизора. Гипервизор позволяет работать виртуальным машинам. В добавок к мониторингу виртуальных машин, гипервизоры используют средство libvirt для того, чтобы контролировать запуск и останов машин. Кроме того, каждый гипервизор должен быть запущен и настроен индивидуально под каждую машину.

Четвертая компонента облачной инфраструктуры – образы виртуальных машин, хранящиеся на виртуальном «жестком диске» – репозитории, охватывающем все образы всех машин, запущенных когда-либо в облаке. Естественно, необходимо предусмотреть и архивацию, и надлежащее обслуживание репозитория.

В-пятых, необходимый интерфейс для пользователей.

И, наконец, облачная среда как таковая – система, связывающая воедино все шесть компонент, распределяющая ресурсы пользователям, обслуживающая сеть и так далее.

Сравнение облачных инфраструктур

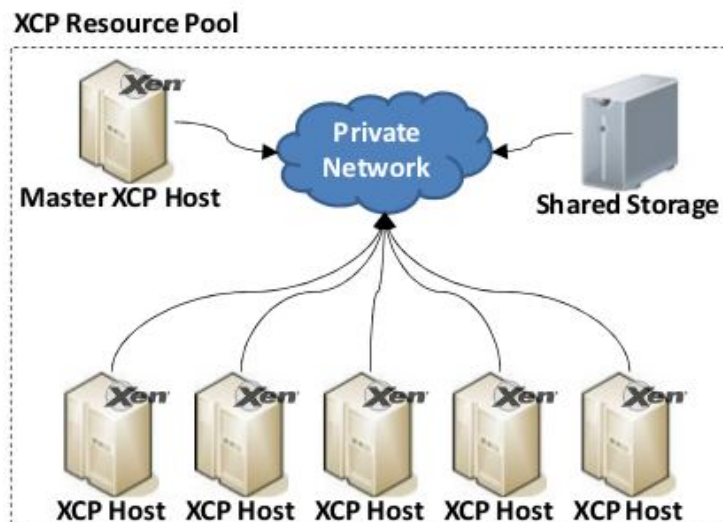


Рисунок 1. Архитектура Xen Cloud Platform

Xen Cloud Platform

Гипервизор Xen – готовое решение для виртуализации оборудования, который предоставляет промежуточный слой между аппаратным обеспечением сервера и его операционной системой. Гипервизор Xen поддерживает несколько «виртуальных серверов», работающих под разными операционными системами на единственном физическом сервере. Путь Xen проделали многие современные облачные сервисы, такие как Amazon EC2, Nimbus и Eucalyptus.

В настоящее время Xen представил Xen Cloud Platform (XCP) как способ облачной виртуализации инфраструктуры. Однако, в отличие от других облачных проектов с открытым кодом, XCP не предоставляет полной архитектуры для облачных вычислений. Их цель – предоставить средство с автоматической конфигурацией для поддержки облачных платформ.

Архитектура XCP основана на XCP хостах, которые ответственны за обслуживание гостевых операционных систем. В соответствии с Xen.org, эти хосты объединены в общее хранилище ресурсов, и, пользуясь это хранилище, виртуальные машины могут быть запущены или перезапущены на любом хосте. Мастер-хост XCP обеспечивает интерфейс

администратора и пересылает управляющие сообщения другим хостам.

К несомненным достоинствам Xen можно отнести гибкость настройки, надежный гипервизор с огромными возможностями, такими как динамическое изменение ресурсов для каждой виртуальной машины; поддержку миграции образов в процессе работы (live migration). XCP может быть комбинирован с другими инфраструктурами, прежде всего с OpenStack, который использует XenServer в качестве координирующего узла.

К недостаткам XCP относится, прежде всего, сложность внедрения, необходимость ручной настройки практически всех компонентов. С другой стороны, буквально за два года развития XCP документация стала существенно подробнее, многие дистрибутивы Linux стали поддерживать Xen и XCP.

OpenNebula

Идея проекта OpenNebula с открытым кодом – частное или корпоративное облако с большими вычислительными возможностями. Позиционируется как замена стандартным дата-центрам для компаний.

Интерфейс, предоставляемый OpenNebula – обертка вокруг XML-RPC, который тоже может быть использован. Настраиваемость OpenNebula касается как администраторов, так и пользователей облака. С точки зрения администратора, богатые возможности для переноса виртуальных машин имеются у OpenNebula благодаря файловой системе NFS, хранящей все образы дисков облака. Централизация, полученная в OpenNebula, хороша для ее администрирования.

Пользователь в OpenNebula имеет возможность задавать конфигурационный файл при порождении виртуальной машины, за счет чего можно получить, вообще говоря, любые ресурсы, которые может предоставить облако. Обратной стороной является высокая вероятность ошибочной конфигурации виртуальной машины.

Благодаря NFS вычислительные узлы могут не иметь много места на их хранилищах. Однако, сама NFS может стать узким горлышком в системе, требуя много ресурсов – стандартная установка на 64 узла предполагает использование одного терабайта памяти.

К тому же, NFS не предполагает шифрования трафика внутри файловой системы, что может сильно сказаться на безопасности.

Ubuntu Enterprise Cloud

Ubuntu Enterprise Cloud (UEC) – программная среда для создания облачной инфраструктуры, поддерживаемая компанией Canonical. Главная цель, которую ставили перед собой разработчики UEC – простота развертывания облачной инфраструктуры.

UEC определяет три уровня безопасности: идентификация и аутентификация, изоляция сетей и изоляция вычислительной машины как таковой. Уровень идентификации и аутентификации обеспечиваются локально генерирующимися сертификатами X.509, изоляция сети важна

для предотвращения резких скачков трафика, и, наконец, уровень изоляции вычислительной машины состоит из сетевой изоляции, изоляции операционной системы машины и изоляции машины-гипервизора.

Инфраструктура UEC была основана на архитектуре Eucalyptus вплоть до версии Ubuntu 11.10 Server, сейчас используется архитектура OpenStack.

Eucalyptus

Eucalyptus был разработан как open-source ответ на коммерческое облако EC2. Eucalyptus использует в качестве интерфейса для пользователя программу, которая называется euca2ools, которая очень похожа на программу из облака Amazon, использующуюся в качестве front-end для пользователей.

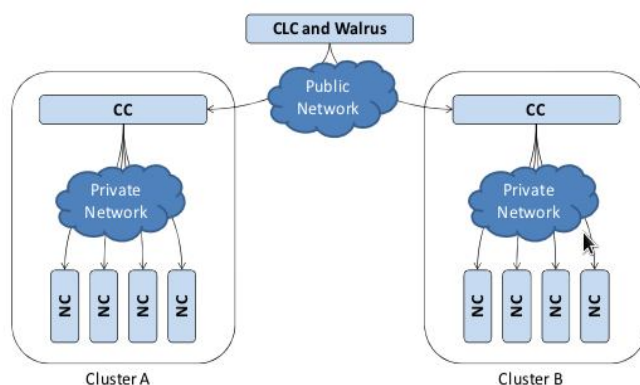


Рисунок 2: Компоненты системы Eucalyptus

Полная архитектура и спецификация Eucalyptus была опубликована, и много документации по Eucalyptus в настоящее время доступно в сети Интернет. Основные компоненты среды Eucalyptus:

1. Node Controller (NC). Эта компонента запускается на всех машинах, которые будут в дальнейшем использоваться для запуска гостевых ОС. NC отвечает за очередность и контроль системного программного обеспечения (собственно, ОС и гипервизора) и за выполнение запросов «отвечающего за него» Cluster Controller (CC). Роль NC во всем этом – сбор системной информации, такой как физические ресурсы узла и состояния виртуальных машин на узле. Всю эту информацию он отправляет на CC. Также NC помогает CC в авторизации, исполнении запросов гипервизора.
2. Cluster Controller (CC). Эта компонента обычно выполняется на машине, являющейся кластером, или на любой машине, имеющей две связи – со множеством NC и Cloud Controller (CLC). CC отвечает за сбор и отправку информации о виртуальных машинах, запущенных на различных узлах и составляет для них расписание.
3. Storage Controller (Walrus). Эта компонента представляет собой сервис хранилища данных, который предоставляет механизм для доступа и содержания образов виртуальных машин и пользовательской информации. Walrus основан на технологиях web-сервисов и

полностью совместим с интерфейсом Amazon's Simple Storage Service.

4. Cloud Controller (CLC). Эта компонента является отправной точкой для «входа» в облако для пользователей. Ее основная цель – предоставление и управление виртуализированными ресурсами. CLC ответственен за предоставление менеджерам ресурсов узлов, за составление расписания, и внедрение его в СС.

Вся инфраструктура Eucalyptus подчеркивает его коммерческого вдохновителя. Во-первых, сильное разграничение пользовательского пространства и пространства администратора. Доступ как root позволяет администратору системы делать на узле все, что возможно вплоть до физического уровня. Пользователи системы могут пользоваться только теми инструментами, которые предоставляет web-интерфейс. За некоторым исключением, Eucalyptus предотвращает практически все попытки пользователей как-то вмешаться в работу вычислительного узла.

Администратор Eucalyptus определяет пять доступных конфигураций ресурсов, которые пользователь вправе назначить для своей виртуальной машины.

Конфигурация программного обеспечения предполагает использование децентрализованного подхода, и как кластеры могут быть представлены в такой системе в качестве одного узла, так и отдельные узлы могут быть объединены в кластер.

Eucalyptus поддерживает распределенное хранилище данных, Walrus, которое на самом деле повторяет аналогичное хранилище в технологии от Amazon. Пользователям выделена некоторая часть общего хранилища, которое они могут использовать. Хранилище разделено на структуры, которые «раскиданы» по облаку. Однако, образ виртуальной машины хранится на вычислительном узле. Кроме того, виртуальная машина может быть поднята и на узле хранилища, однако она может работать только обособленно от других машин.

Децентрализованный подход Eucalyptus со множеством кластеров, распределенным хранилищем и локально хранимыми образами дисков способствует включению в облако множества машин.

Основными достоинствами Eucalyptus являются простота внедрения, совместимость с коммерческим облаком EC2, обширная документация и большое сообщество пользователей. К недостаткам можно отнести невысокую гибкость и настраиваемость.

OpenStack

Разработчики OpenStack заявляют те же цели, которые заявляли разработчики OpenNebula – готовые решения для частных и корпоративных облаков, с хорошей масштабируемостью и быстрым доступом к ресурсам. Рассмотрим подробнее компоненты этой архитектуры.

1. Хранилище файлов «Swift» позволяет обмениваться файлами. Здесь лежат рабочие файлы пользователей, хранилище реализует обмен

- ими в ходе работы.
2. Репозиторий образов виртуальных машин «Glance». По сути, является интерфейсом для «Swift». Пользователь оперирует образами репозитория, но информация на самом деле хранится в «Swift».
 3. Вычислительная компонента «Nova». Дает доступ непосредственно к ресурсам системы по запросу.
 4. Пользовательский интерфейс предоставляет компонента «Horizon». Это веб-интерфейс, позволяющий выполнять все функции по администрированию образов виртуальных машин, в том числе и контролю доступа.
 5. Модуль авторизации и аутентификации «Keystone» решает эти проблемы для всех компонент OpenStack, а также предоставляет каталог всех сервисов конкретного облака.
 6. Сетевая компонента «Quantum» позволяет пользователям создавать свои сети и затем подключать к ним различные компоненты.

OpenStack в современном виде поддерживается компанией Canonical, на базе этой технологии работает Ubuntu Enterprise Cloud, который входит во все серверные версии Ubuntu Server, начиная с 11.10. Стоит заметить, что минимально рекомендуемое число машин – 6, в то время как Eucalyptus можно было установить даже на одну машину.

К преимуществам OpenStack можно отнести современную поддержку крупнейших компаний, легкое внедрение и дальнейшую эксплуатацию, а также хорошую возможность масштабирования.

К недостаткам этой технологии относятся требовательность к ресурсам и сложная архитектура, сочетающая в себе большое число компонент.

Заключение

Рассмотренные выше технологии позволяют реализовывать как большие, сложные системы с привлечением больших вычислительных мощностей, востребованные крупными компаниями, так и небольшие частные облака. Большие возможности настройки позволяют эффективно администрировать имеющиеся ресурсы. Хорошая поддержка позволяет реализовывать практически любые задачи, в том числе и образовательные.

Литература

1. Peter Sempolinski, Douglas Thain. A Comparison and Critique of Eucalyptus, OpenNebula and Nimbus. Париж, 2009.
2. Damien Cerbelaud, Shishir Garg, Jeremy Huylebroeck. Opening The Clouds: Qualitative Overview of the State-of-the-art Open Source VM-based Cloud Management Platforms. Сан-Франциско, 2010.
3. Patrícia Takako Endo, Glauco Estácio Gonçalves, Judith Kelner, Djamel Sadok. A Survey on Open-source Cloud Computing Solutions. Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

Параллельные и последовательные варианты метода динамического программирования

Постановка задачи о ранце

Задача о ранце — одна из задач комбинаторной оптимизации. Это название она получила от максимизационной задачи укладки как можно большего числа нужных вещей в рюкзак при условии, что общий объём (или вес) всех предметов ограничен. Подобные задачи часто возникают в экономике, прикладной математике, криптографии. В общем виде задачу можно сформулировать так: из неограниченного множества предметов со свойствами «стоимость» и «вес» требуется отобрать некоторое число предметов таким образом, чтобы получить максимальную суммарную стоимость при одновременном соблюдении ограничения на суммарный вес.

Пусть имеется n предметов, каждый из которых имеет ценность $p_j > 0$ и вес $w_j > 0$, $j = 1, 2, 3, \dots, n$. Имеется ранец, грузоподъемность которого есть C , при этом $\sum_{j=1}^n w_j > C$, т.е. все предметы в ранец положить невозможно. Необходимо положить в ранец набор предметов с максимальной суммарной ценностью. Введем переменных:

$$x_j = \{0, 1\},$$

0 = если предмет с номером не кладется в ранец,

1 = если предмет с номером кладется в ранец,

$j = 1, 2, 3, \dots, n$.

После введения этих переменных суммарная ценность и грузоподъемность соответственно имеют вид:

$$f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n p_j x_j,$$

Поэтому задача о ранце имеет вид:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n p_j x_j &\rightarrow \max, \\ \sum_{j=1}^n w_j x_j &\leq C, \\ x_j &\in \{0, 1\}, j = 1, 2, 3, \dots, n. \end{aligned}$$

Естественно предположить, что $p_j > 0, 0 < w_j < C$, $j = 1, 2, 3, \dots, n$. Множество допустимых решений этой задачи — это множество n -мерных

булевых векторов $x=(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, удовлетворяющих условию $\sum_{j=1}^n w_j x_j \leq C$.

Алгоритм динамического программирования решения задачи о ранце

Алгоритм динамического программирования решает задачу с помощью рекуррентного соотношения, называемого уравнением Беллмана.

$$f_j(i) = \max(p_j + f_{j-1}(i - w_j), f_{j-1}(i))$$

$j = 1, 2, 3, \dots, n; i = 1, 2, 3, \dots, C;$
 $f_j(k) =$

Максимальное значение для грузоподъемности i и j переменных,

p_j = цена предмета с номером j ,

w_j = вес предмета j ,

i = текущая грузоподъемность.

Решением задачи является вектор из нулей и единиц, задающий значения переменных.

Методы динамического программирования основаны на принципе оптимальности Беллмана. Табличный алгоритм динамического программирования реализует принцип оптимальности с помощью двумерной матрицы размерности . Необходимым условием применимости этого алгоритма является целочисленность коэффициентов задачи.

Табл. 1. Таблица алгоритма

j - предметы	1				$f_1(3)$				
	2				$f_2(3) = \max(p_2 + f_1(3 - w_2), f_1(3))$				
	3								
	.								
	.								
	.								
	n								
	0	1	2	3			.	.	C
	i - грузоподъемность								

В таблице столбцы обозначают вес от нуля до максимального значения (т.е. грузоподъемность), а строки обозначают количество предметов. Прямой ход алгоритма динамического программирования решения задачи о ранце использует уравнение Беллмана для вычисления очередного значения в ячейке таблицы. Строки заполняются сверху вниз, каждая строка – слева направо. Рассмотрим пример задачи о ранце

$$3x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 7x_4 \rightarrow \text{Max}$$

$$2x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 3x_4 \leq 6$$

Таблица, заполненная в результате работы метода динамического программирования приведена ниже (Табл. 3).

Табл. 2. Таблица метода динамического программирования для примера

j - предметы	1	0	0	3	3	3	3	3
	2	0	0	3	3	3	5	5
	3	0	0	3	3	5	5	5
	4	0	0	3	7	7	10	10 (Результат)
	0	1	2	3	4	5	6	
	i - грузоподъемность							

Максимальное значение целевой функции оказывается в правом верхнем углу.

Задача о ранце на OpenMP

Для параллельной реализации применялась технология OpenMP. OpenMP является реализацией многопоточности. На параллельных участках главный поток разделяется на определенное количество подчинённых тредов и задача распределяется между ними.

```

for(j=0; j<obj; j++){
    #pragma omp parallel for
    for(i=0; i<max_w+1; i++){
        if(i<w[j]){
            if(i==0 || j == 0) a[i*obj+j]=0;
            else a[i*obj+j]=a[i*obj+j-1];
        }
        if(i>=w[j]){
            if(j == 0) a[i*obj+j]=p[j];
            else{
                int k=i-w[j];
                if(a[i*obj+j-1]>(a[k*obj+j-1]+p[j]))
                    a[i*obj+j]=a[i*obj+j-1];
                else
                    a[i*obj+j]=a[k*obj+j-1]+p[j];
            }
        }
    }
}
    
```

Распараллеливается этот цикл 'for'

Параллельный участок

Рис. 1. Параллельный участок в коде

Для распараллеливания основного цикла прямого хода применяется директива parallel for. В результате итерации цикла распределяются между параллельными потоками.

Эксперименты

Эксперименты выполнялись с n=5000 переменными на компьютере с двумя процессорами IntelCore 2 Quad E5335 2,00 ГГц и 8 Гб памяти. Эксперименты проводились для различного числа потоков. Графики зависимости времени выполнения от числа потоков приведены на Рис. 2 и



Рис. 2. График времени выполнения задачи

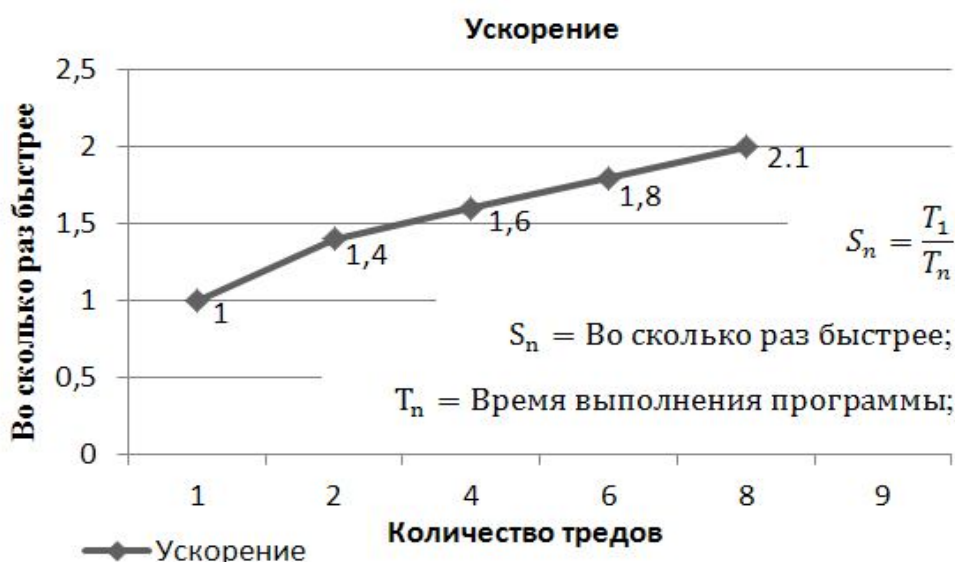


Рис. 3. График ускорения

Здесь показан график ускорения. Видно, что чем больше количество потоков, тем выше ускорение. Графики для ускорения и времени решения демонстрируют эффективность предложенного подхода к распараллеливанию алгоритма динамического программирования.

Алгоритм динамического программирования со списком

Алгоритм динамического программирования со списком использует список пар, первый элемент которых содержит суммарную стоимость положенных в ранец предметов, а второй – оставшийся лимит по весу, т.е. разность между грузоподъемностью ранца и суммарным весом положенных в него предметов. Концепция доминирования позволяет

сокращать перебор в методе динамического программирования за счет удаления неперспективных состояний.

Пара (a, b) доминирует пару (c, d) , если $a \geq c$ и $b \geq d$. Очевидно, что при условии, что мы можем докладывать в ранец одинаковые предметы, пара (c, d) никогда не приведет к лучшим результатам по сравнению с парой (a, b) . Поэтому пару (c, d) можно удалить из списка.

Приведем примеры доминирования. Например, пусть имеется две пары $(4, 7)$ и $(3, 5)$, тогда $(4, 7)$ доминирует пару $(3, 5)$, потому что $(7 \geq 5)$ и $(4 > 3)$. Поэтому пару $(3, 5)$ можно удалить. Другой пример, если у нас есть две пары $(13, 11)$ и $(15, 10)$. Тогда $(13, 11)$ не доминирует $(15, 10)$ и $(15, 10)$ не доминирует $(13, 11)$. В этом случае обе пары сохраняются в списке.

При $j=0$ имеем список $L_0=(0, C)$, состоящий из одной пары с суммарной стоимостью положенных предметов, равной нулю, и остаточной грузоподъемностью, равной грузоподъемности ранца. Последующий L_j список получается из списка L_{j-1} в два этапа. На первом этапе w_j вес и ценность p_j пункта j добавляется к весу и ценности всех пар, содержащихся в списке L_{j-1} . Получаем новый список L'_{j-1} . Это покомпонентное дополнение будем обозначать через

$$L'_{j-1} = L_{j-1} \oplus (p_j - w_j)$$

Все пары вида (a, b) , где $b < 0$, удаляются из списка, т.к. они не удовлетворяют ограничению по весу. На втором этапе два списка L_{j-1} и L'_{j-1} объединяются для получения L_j . При этом происходит исключение доминируемых пар.

Алгоритм динамического программирования со списком:

$$L_0 = (0, C)$$

Для $j=1$ до n ;

$$L'_{j-1} = L_{j-1} \oplus (p_j - w_j) \text{ // добавить для всех элементов в } L_{j-1}$$

Удалить все пары $(\bar{w}, \bar{p}) \in L'_{j-1}$ с условием $\bar{w} > C$.

$$L_j = \text{MergeLists}(L'_{j-1}, L_{j-1}) \text{ // объединение двух списков.}$$

Возвращать возможные пары в L_n .

Рассмотрим пример

Эксперименты для динамического программирования со списком

В экспериментах выполнялись десять задач с 500 переменными на компьютере с двумя процессорами Intel(R)Core(TM) 2 Duo T5670 1,80 ГГц и 4 Гб памяти.

$$\begin{aligned} 3x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 7x_4 &\rightarrow \text{Max} \\ 2x_1 + 3x_2 + 2x_3 + 3x_4 &\leq 6 \end{aligned}$$

В данном случае коэффициенты p_j и w_j генерируются случайным образом в диапазоне $[1, R]$. Во всех случаях p_j и w_j распределяются равномерно в заданном интервале с диапазоном $R=10000$.

Табл. 3. Таблица метода динамического программирования со списком для примера

Условие начало					
Шаг - 1	Список - 1	(0,6)			
Добавление ($p_1, -w_1$)					
Шаг - 2	Список - 1	(0,6)			
	Список - 2	(3,4)			
	Список - 3	(0,6)	(3,4)		
Добавление ($p_2, -w_2$)					
Шаг - 3	Список - 1	(0,6)	(3,4)		
	Список - 2	(2,3)	(5,1)		
	Список - 3	(0,6)	(3,4)	(5,1)	
Добавление ($p_3, -w_3$)					
Шаг - 4	Список - 1	(0,6)	(3,4)	(5,1)	
	Список - 2	(2,4)	Область диаграммы		
	Список - 3	(0,6)	(3,4)	(5,2)	
Добавление ($p_4, -w_4$)					
Шаг - 5	Список - 1	(0,6)	(3,4)	(5,2)	
	Список - 2	(7,3)	(10,1)		
	Список - 3	(0,6)	(3,4)	(7,3)	(10,1)

Табл. 4. Таблица результатов со списками

Кол. задач	Время выполнения ДП (сек)	Время выполнения ДП со списком (сек)	Шаги ДП	Шаги ДП со списком
1	34	15	50100501	1503546
2	33	15	50100501	1419281
3	32	12	50100501	1203467
4	33	12	50100501	1255444
5	34	10	50100501	1016818
6	33	11	50100501	1234950
7	34	15	50100501	1569151
8	32	18	50100501	1673445
9	33	11	50100501	1265404
10	34	11	50100501	1214087
Средние значения	33.2 сек	13 сек	50100501	1335559.3

Заключение

Алгоритм динамического программирования со списком, во-первых, сокращает перебор, а во-вторых, не требует целочисленности

коэффициентов задачи. Мы видим, что время выполнения задачи алгоритма динамического программирования зависит от $(N \times C)$, а время выполнения задачи алгоритма динамического программирования со списками зависит от сложности задачи. В работе реализованы оба варианта алгоритма динамического программирования и проведено экспериментальное сравнение алгоритмов. Результаты сравнения подтверждают более высокую эффективность метода динамического программирования со списком по сравнению с табличным.

Литература

1. Лупин С.А., Посыпкин М.А.. Технологии параллельного программирования.
2. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы.
3. Kellerer H., Pfershy U., Pisinger D. Knapsack Problems.–Springer Verlag, 2004–546 p.

Устименко О.В.

ГБОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна», ассистент
o.v.ustimenko@gmail.com

Архитектура информационной среды для доступа и использования данных, полученных при зондировании Земли из Космоса

Аннотация

В докладе описывается модель архитектуры информационной среды для доступа и использования данных дистанционного зондирования Земли на основе архитектуры предметных посредников с использованием специализированного интерфейса пользователя российской grid-сети.

Исследование Земли всегда было важной составляющей человеческого существования. В последнее десятилетие спутниковые системы зондирования Земли достигли принципиально нового уровня развития. Они отличаются частотой наблюдений, высокой стабильностью и глобальностью.

Одновременно разрабатывается современная техника съемки Земли из Космоса, и создаются совершенно новые методы обработки спутниковых данных для выявления отдельных характеристик окружающей среды.

Уже накоплены колоссальные объемы данных, грамотное использование которых позволяет, с одной стороны, создавать различные прикладные системы для решения повседневных потребностей общества, с другой — на новом уровне решать многочисленные научные и прикладные задачи, связанные с исследованием состояния и динамики природных объектов.

Однако данные формируются в весьма сложных условиях наблюдения и содержат в себе специфичные искажения. В связи с этим выдвигаются новые требования к вычислительным алгоритмам, задаются специфичные критерии качества обработки данных. Таким образом, космические снимки, их хранение и обработка представляет собой гетерогенную систему. Здесь неизбежна разработка специальных быстрых алгоритмов обработки, целесообразно применение суперкомпьютеров, распределенных систем и grid-систем.

Актуальной представляется задача разработки архитектуры распределенного хранения информации обеспечения устойчивого доступа к информационным ресурсам для возможности их дальнейшего использования.

Данные в ГИС

Данные ДЗЗ – данные дистанционного зондирования Земли,

полученные с помощью космических аппаратов и применяемые в геоинформационных системах (ГИС) (к примеру, картография). ГИС позволяет нам видеть, понимать, интерпретировать и визуализировать данные в различных форматах, которые показывают отношения, закономерности и тенденции в виде карт, глобусов, отчетов и диаграмм.

На сегодняшний день в России не существует единой инфраструктуры, позволяющей использовать имеющуюся информацию из-за специфики аэрокосмических изображений. Основными особенностями ГИС являются:

- Большое количество данных, получаемых при зондировании Земли и их объем. Для обработки такой информации необходимы новые высокопроизводительные системы обработки информации на основе параллельных вычислений с применением хранилищ данных, высокоскоростной среды передачи данных и использования суперкомпьютеров.
- Нет единой инфотелекоммуникационной и вычислительной среды. Существующие станции приема практически не взаимодействуют между собой.
- Отсутствует обмен данными, что затрудняет развитие научных исследований, требующих интеграции разнородных данных по большим территориям.
- Существующие интернет-порталы доступа к данным ДЗЗ (типа nkarte.ru и Googlemaps) непригодны для использования в задачах, требующих точного и полноценного геоинформационного пространства, так как не соответствуют повышенным требованиям к точности географической привязки, своевременности и оперативности обновления информации, индивидуальной настройке.
- Сложность настройки инструментария для приема данных на станциях приема при смене космических аппаратов ДЗЗ.
- ГИС технологии мало применяются в хозяйственной деятельности (в сельском хозяйстве, природопользовании, градостроительстве, мониторинге чрезвычайных ситуаций).
- Множество форматов данных ДЗЗ, что создает дополнительную сложность использования таких данных в разнообразных приложениях.

При организации пространственных данных необходимо учитывать следующие принципы[1]:

- данные должны создаваться единожды и поддерживаться там, где это можно сделать наиболее эффективно;
- должна быть создана возможность объединения пространственных данных из разных источников;
- к данным должны иметь доступ многие пользователи и приложения;
- пространственные данные, полученные на одном уровне управления,

должны легко передаваться на все другие уровни;

- пространственные данные, необходимые для эффективной хозяйственной деятельности, должны быть доступны на условиях, не препятствующих их активному использованию;
- организация пространственных данных должна обеспечивать их легкий поиск, оценку пригодности и актуальности для определенных целей и условий их получения.

Для успешного решения проблемы использования данных ДДЗ необходимо преобразовать гетерогенную среду в гомогенную, то есть в систему с едиными методами доступа к различной по своей физической сущности структуре данных.

Уровни информационной системы

Проблема обмена данными достаточно актуальна и сводится к решению технической стороны вопроса. Для успешного обмена требуется только наличие достаточно полного описания формата, поддержка которого входит в необходимое условие функционирования системы. Большинство распространённых форматов, используемых для обмена данными, являются открытыми. Кроме описаний графических форматов (векторных и растровых) необходимо обращать внимание на спецификации, полезные для использования в геоинформационных системах (базы данных, стандартные и специализированные библиотеки и т.п.)[2].

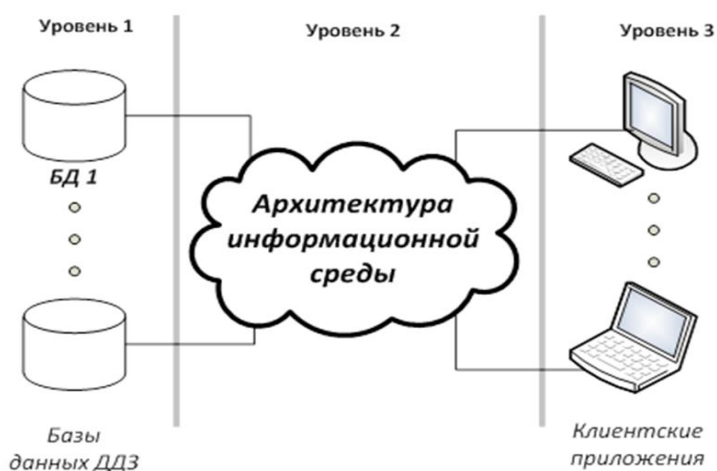


Рис.1. Основные уровни информационной среды

Характерные особенности ГИС и принципы организации пространственных данных вносят дополнительные сложности в реализацию распределенной архитектуры. При создании информационной среды должно быть согласие уровней между собой и к выбираемым решениям или технологиям. Следует выделить три основных уровня (Рис. 1):

1. оборудование вычислительной сети, каналов и линий передачи данных, рабочих мест пользователей, системы хранения данных;
2. операционные системы, сетевые службы и сервисы по управлению

доступом к ресурсам, программное обеспечение среднего слоя;

3. прикладное программное обеспечение, информационные сервисы и среды, ориентированные на пользователей.

Так на первом уровне возникают проблемы связанные с территориально распределенной структурой информационной среды и отсутствием надежных каналов связи. Дополнительно возникают проблемы из-за несогласованности оборудования.

На втором уровне возникает проблемы, связанные с плохой системной интеграцией ИС. Это связано с наличием нескольких несогласованных центров ответственности за развитие технологий и отсутствием утвержденной архитектуры ИС. Архитектура второго уровня ИС на данном этапе представляет собой разрозненные и слабо связанные подсистемы с разными операционными средами, согласованные друг с другом только на уровне закрепления IP-адресов или обмена сообщениями.

Состояние третьего уровня архитектуры ИС можно охарактеризовать следующим образом: в основном завершен переход от локальных программных приложений, опирающихся на локальный набор данных, к корпоративным клиент-серверным информационным системам, обеспечивающим доступ пользователей к оперативным базам данных.

Технологии распределенного хранения

Распределенные информационные системы невозможно рассматривать вне контекста темы распределенных баз данных. Поэтому были рассмотрены имеющиеся технологии распределенного хранения данных для подбора наиболее оптимальной файловой системы для использования в разрабатываемой архитектуре информационной среды.

Распределенная база данных (Distributed DataBase - DDB) – это такая база данных, которая включает фрагменты из нескольких баз данных, при этом эти фрагменты располагаются на различных узлах сети компьютеров, и, возможно управляются различными системами управления базами данных (СУБД) [3]. Можно выделить такие свойства, которые характеризуют идеальную DDB:

- Локальная автономия (local autonomy) означает, что управление данными на каждом из узлов распределенной системы выполняется локально.
- Независимость узлов (no reliance on central site) означает, что в распределенной системе узлы равноправны и независимы друг от друга, т.к. база данных на каждом узле имеет полный словарь данных и защиту от несанкционированного доступа.
- Прозрачность расположения (location independence) говорит о том, что обращение к распределенной базе данных должно выполняться без учета местонахождения необходимых данных.
- Прозрачная фрагментация (fragmentation independence) определяется возможностью распределенного размещения данных, логически

представляющих собой единое целое. Можно выделить фрагментацию горизонтальную (распределение строк одной логической таблицы в таблицах на других узлах) и вертикальную (столбцы распределены по различным узлам).

- Прозрачное тиражирование (replicationindependence) означает возможность переноса изменений объектов исходной базы данных в базы других узлов средствами, невидимыми пользователю распределенной системы.

- Непрерывные операции (continuousoperation) - это свойство означает и непрерывный доступ к данным.

- Обработка распределенных запросов (distributedqueryprocessing) – возможность производить операции с распределенными базами данных с помощью таких же языковых средств, которые используются для работы над локальной базой данных.

- Обработка распределенных транзакций (distributedtransactionprocessing) – возможность выполнения операций обновления распределенной базы данных (INSERT, UPDATE, DELETE) с применением двухфазового или двухфазного протокола фиксации транзакций, и при этом не повреждая целостность и согласованность данных.

- Независимость от оборудования (hardware independence) - узлами распределенной системы могут служить любые компьютеры.

- Независимость от операционных систем (operatingsystem independence) – возможность выбора операционной системы для каждого из узлов.

- Прозрачность сети (network independence) – разнообразие поддерживаемых сетевых протоколов.

- Независимость от баз данных (database independence). Это качество означает, что в распределенной системе могут мирно сосуществовать СУБД различных производителей, и возможны операции поиска и обновления в базах данных различных моделей и форматов.

- Существует множество файловых систем, которые можно классифицировать различным способом [4]. Однако для решения задачи в рамках данного проекта были выбраны наиболее важные свойства DDB, такие, как месторасположение, независимость от операционных систем и оборудования и непрерывность операций. Исходя из приведенных выше критериев, наиболее распространенными системами для распределенного хранения данных являются AFS, Lustre, GPFS, dCache, DPM, Xrootd. Выбор файловой системы также зависит и от программного обеспечения анализа данных.

Функциональная структура информационной среды для доступа и использования данных ДЗЗ

Одним из главных направлений практической работы было

определение компонентов самой системы и используемого в ней программного обеспечения, включающих применение стандартов и протоколов, их международное согласование, создание «соединяющих» компонентов (точки входа, интерфейса, реестра, потока данных), распознавание пользователей, виртуального хранилища, предоставление ресурсов данных, создание механизмов для научной обработки данных, установка и сопровождение реестров ресурсов и систем поддержки пользователей.

Для возможности использования данных ДЗЗ и данных геоинформационных систем, которые имеют такие особенности, как огромный размер и разнообразие применяемых к данным программных средств, предполагает наличие в разрабатываемой архитектуре следующих средств:

- информационные ресурсы;
- реестры, содержащие описания представляемых ресурсов (реестры метаданных);
- средства программирования;
- интерфейсы для доступа к ресурсам и их использования.

Исходя из перечисленных средств, инфраструктура должна содержать уровни:

1. уровень данных;
2. уровень взаимодействия приложений с информационными ресурсами;
3. уровень способов решения задач (то есть возможность отображения разнообразных ресурсов в соответствии с необходимым результатом).

Таким образом, основными компонентами информационной системы являются (Рис. 2):

1. Виртуальное хранилище данных (ВХД);
2. Реестр метаданных – РМ (будет содержать описания имеющихся ресурсов);
3. Система доступа к данным – СДД (система, позволяющая подключиться к базе данных);
4. Программные средства для планирования и написания программ, необходимых для реализации уровня взаимодействия приложений с информационными ресурсами;
5. Программы доступа к разрозненной информации (преобразование клиентского запроса в запрос на языке данных, получение результата от ресурса на «клиентском» языке);
6. Портал, обеспечивающий возможность взаимодействия задания программ, способов решения задач и отображения результатов.

Так как основная цель создания инфраструктуры является совместный доступ к данным и их активное использование, то система

предоставляет собой совокупность ресурсов (а именно готовых программ решения задач, библиотек методов) и информационных ресурсов (данные ДЗЗ), включает реестры метаданных предоставленных ресурсов, средства программирования в конкретной grid-среде, стандартные интерфейсы для доступа к ресурсам.



Рис.2. Основные компоненты информационной системы

Данная архитектура подобна архитектуре среды предметных посредников. Такой подход предполагает использование специальных средств, которые взаимодействуют между приложением и ресурсом на основе определения прикладной области определенной задачи. Основными компонентами промежуточного слоя являются предметные посредники, существующие независимо от информационных ресурсов [5]. Уровень предметных посредников вводится как часть информационных систем, создаваемых для решения научных задач. Для каждой предметной области при решении некоторого класса задач каждый предметный посредник задает свою спецификацию, используя каноническую информационную модель для представления предметной области и унифицированного отображения разнообразных видов моделей информационных ресурсов [6]. В данной работе данный подход реализуется через исполняющую среду и специальные средства – адаптеры.

Исполнительная среда обеспечивает обработку запросов пользователя, поступающих через портал, преобразовывает запросы пользователя в соответствующий программный запрос с помощью адаптера, получает результат и обратно передает пользователю обработанный запрос.

Хранилище метаинформации используется для хранения метаинформации исполняющей среды, используемой при преобразовании запросов и для сохранения промежуточных результатов запросов, возвращаемых ресурсами, и для выполнения остаточных запросов над этими данными.

Интерфейс представления исполняющей среды выполняет функцию удобного представления выводимой информации, включая сегментацию информационных объектов, их агрегирование и слияние.

Создание Web-интерфейса для работы с геопространственными данными позволит конечному пользователю значительно облегчить поиск и использование данных ДЗЗ в условиях распределенных информационных сред.

Тогда упрощенная схема grid-вычислений с использованием высокоуровневого интерфейса (среды gLite) выглядит так (Рис. 3):



Рис.3.Схема взаимодействия пользователя через Web-интерфейс

Описание компонентов архитектуры информационной среды для доступа и использования данных ДЗЗ

Система представляет собой адаптированное программное обеспечение для использования в grid-среде средств доступа к каталогам и реестрам метаданных. В настоящее время для проектирования и поддержки grid-систем используются различные пакеты промежуточного слоя – исполняющей среды, в частности GlobusToolkit 4.0, gLite, AliEn, NorduGrid и ряд других. Применяется также специализированное программное обеспечение, необходимое для разных виртуальных организаций.

Пакет gLite является наиболее полным решением для GRID, включая как базовые низкоуровневые программы, так и ряд служб высокого уровня. gLite распространяется на условиях лицензии открытого кода. В нем интегрированы компоненты из лучших на настоящий момент проектов промежуточного программного обеспечения (ППО), к примеру Condor и GlobusToolkit, компоненты проекта LCG. gLite является одним из лучших базово-инструментальных средств, совместимых с такими планировщиками, как PBS, Condor и LSF. gLite разработан с учетом свойств интероперабельности и содержит базовые службы, облегчающие построение приложений GRID для любых прикладных областей.

Службы gLite соответствуют требованиям SOA (Service Oriented Architecture). Из этого следует, что при необходимости данный продукт можно легко связать с другими GRID-службами, а также, что будет существенно облегчен переход на новые стандарты GRID.

Для реализации архитектуры информационной среды для доступа и использования данных потребуется установка программного обеспечения gLite 3.2 в составе следующих компонентов:

- glite-BDII (Berkeley Database Information Index)
- glite-LFC_mysql (LCG File Catalogue)
- glite-SE_dpm_mysql (Storage Element)
- glite-TORQUE_client
- glite-UI (User Interface)
- glite-VOBOX (Virtual Organization)
- glite-WN (WorkerNode)

Рассматриваемые компоненты обладают возможностью организации целостной системы предоставления пользователям территориально распределенных информационных, аналитических и вычислительных ресурсов в режиме виртуальных организаций.

Реализация Web-интерфейса пользователя

Web-интерфейс позволит пользователю работать через браузер и осуществлять следующие действия:

- авторизовать пользователя для запуска комплекса и проводить его сертификацию в виртуальной организации;
- подготавливать задание (включая создание и редакцию начальных данных и конфигурационных файлов) в соответствии с требованиями пакета;
- запускать прикладной пакет в инфраструктуре grid-полигона (при необходимости – на произвольном или избранном grid-ресурсе);
- вести мониторинг выполнения задания (включая останов и перезапуск);
- по завершении – получить результаты запроса.

Доступ к вычислительным и информационным ресурсам grid-сети предоставляется в соответствии с правами, полученными пользователями

при регистрации в качестве членов ВО, а также происходит фиксация использования grid-ресурсов каждым зарегистрированным пользователем. Средства разграничения прав доступа пользователей к ресурсам и сервисам поддерживается с помощью технологии API библиотеки OpenSSL, прокси-сертификатов и атрибутивных сертификатов VOMS.

В среде действует специальная система распределения прав доступа пользователей к данным, программным и вычислительным ресурсам: пользователи, не прошедшие регистрацию, имеют доступ к очень ограниченному подмножеству ресурсов. После прохождения регистрации пользователю назначается открытая политика доступа.

Запрос пользователя соответствует формату, интересующих его данных, только должны быть загружены пользователем через Web-интерфейс в архиве типа gzip, т.е. преобразованы в запрос исполняющей среды.

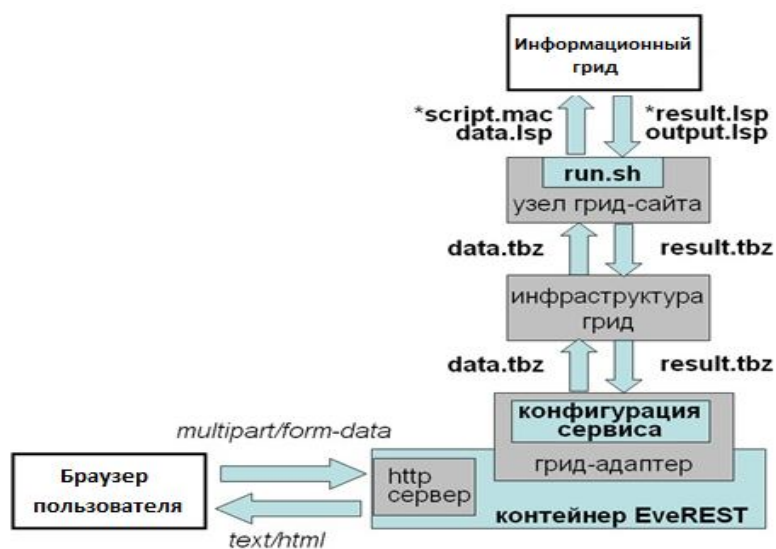


Рис. 4. Архитектура исполняющей среды

Исполняющая среда разрабатываемой инфраструктуры для доступа и использования данных ДЗЗ состоит из конфигурационного файла сервиса для контейнера REST-сервисов EveREST, входящего в состав платформы EveREST, шаблона дескриптора задания и нескольких файлов-сценариев для подготовки исходных данных и обработки результатов работы grid-заданий (Рис.4).

Конфигурационный файл написан на языке JSON в соответствии с правилами, принятыми в EveREST и содержит описание интерфейса сервиса, вместе с параметрами реализации сервиса. Шаблон дескриптора задания представляет собой дескриптор grid-задания, в котором перед загрузкой в grid-сеть производится подстановка обозначенных специальным образом параметров вызова сервиса.

Назначение Web-интерфейса в информационной среде для доступа и использования данных ДЗЗ

Разработанный полигон инфраструктуры применим для доступа и использования геопространственных данных, получаемых с помощью зондирования Земли из Космоса.

Формирование и запуск счётных заданий в grid-сеть, контроль хода их выполнения и получение результатов вычислений осуществляется через Web-интерфейс пользователя, скрывающим от пользователя детали и сложности работы самой grid-сети, а непосредственный счёт на вычислительных ресурсах выполняется с использованием конкретного программного обеспечения, на которое направлен запрос. Данное ПО должно быть установлено на рабочих узлах grid-сайтов. Все операции в Web-интерфейсе выполняются в рамках модели безопасности GRID, построенной на цифровых прокси-сертификатах формата X.509, и технологии виртуальных организаций.

Взаимодействие между Web-интерфейсом и ресурсами происходит посредством следующих компонент:

- виртуального интерфейса пользователя (web-браузера);
- программного адаптера интерфейса grid;
- сервисов инфраструктуры grid-сети.

Заключение

Представленная архитектура формулировалась с целью соответствия требованиям универсальности, расширяемости, доступности в использовании. Были проанализированы существующие технологии распределенного хранения разрозненных данных, выявлены наиболее оптимальные файловые системы для использования в разрабатываемой информационной среде.

Изложенные положения были использованы при разработке прототипа архитектуры распределенной гетерогенной информационной среды для доступа и использования данных ДЗЗ с реализацией программного комплекса, который является специализированным интерфейсом пользователя российской grid-сети. Такое решение позволит пользователю в терминах прикладной области составить задание для решения научных задач над множеством неоднородных распределенных информационных ресурсов.

Литература

1. Серебряков В.Б. Региональный центр космического мониторинга // *Пространственные данные*. 2008. №1. С. 52-55
2. Форматы геоданных – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geocad.ru/soft/formats>
3. Классификация файловых систем. Открытые системы. 2006. – №06 – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osp.ru/os/2006/06/2700700/>
4. Лобанов А.К. Методы построения систем хранения данных. *JetInfoOnline*. 2003. №7
5. Вовченко А.Е., Калиниченко Л.А., Ступников С.А. Семантический Грид, основанный на концепции предметных посредников. М.: Институт проблем информатики

РАН, 2011. С. 170-191.

6. Архитектура промежуточного слоя предметных посредников для решения задач над множеством интегрируемых неоднородных распределенных информационных ресурсов в гибридной грид-инфраструктуре виртуальных обсерваторий. Информатика и ее применения / Брюхов Д.О., Вовченко А. Е., Желенкова О.П. [и др.] 2008. Т. 2. Вып.1. С. 2-34.

Храпов Н.П.

центр грид-технологий и распределённых вычислений ИСА РАН,
инженер
nkhrapov@gmail.com

Применение технологии виртуализации для изучения комбинированных вычислительных инфраструктур

Аннотация

В настоящее время для изучения и практического освоения новых программных продуктов широко используются технологии виртуализации. На основе технологий виртуализации в рамках одной вычислительной машины полностью моделируется (виртуализуется) работа нескольких других вычислительных машин. Данная статья посвящена применению технологий виртуализации для обучения технологиям интеграции разнородных вычислительных грид-ресурсов. Рассматриваются проблемы, являющиеся специфическими для реализации различных типов грид-инфраструктур в виртуальной среде. Также в рамках статьи описываются современные методы обучения грид-системам и технологиям их интеграции посредством виртуальной среды.

Технологии виртуализации

Технологии виртуализации позволяют в рамках одного компьютера смоделировать работу одного или нескольких других компьютеров. На каждый из виртуальных компьютеров можно будет установить отдельную ОС. Посредством технологий виртуализации решается широкий спектр учебных и практических задач. Технологии виртуализации позволяют в рамках одного современного компьютера развернуть учебную инфраструктуру из нескольких виртуальных машин.

В настоящее время существует множество как коммерческих, так и свободных реализаций программного обеспечения виртуализации. Программа, осуществляющая виртуализацию на компьютере, будем называть *гипервизором*. Операционную систему, под управлением которой функционируют виртуальные машины, в рамках данной работы будем называть *базовой*. Операционную систему, работающую в виртуальной машине – *гостевой*. По принципу функционирования технологии виртуализации можно разделить на три типа:

- *Полная виртуализация* – такой тип виртуализации, при котором центральный процессор базовой машины моделирует полный набор аппаратного обеспечения виртуальной машины. Недостатком данного типа виртуализации является низкая эффективность работы. Преимуществом данного подхода к виртуализации являются минимальные требования к аппаратно-программной платформе как базовой, так и виртуальной

машины.

- *Паравиртуализация* – тип виртуализации предполагающий модификацию виртуальной операционной системы. При данном подходе в рамках виртуальной машины может быть установлена операционная система, ядро которой специальным образом модифицировано для запуска в виртуальной среде. Необходимость адаптации ядра операционной системы накладывает серьёзные ограничения на область применения данной технологии. Преимуществами использования данной технологии является высокая производительность, гибкое управление работающими виртуальными машинами, возможность запуска виртуальных машин при отсутствии аппаратной поддержки технологии виртуализации.

- *Аппаратная виртуализация* – виртуализация на аппаратном уровне. Реализация аппаратной виртуализации возможна только если процессор и материнская плата базовой машины поддерживают технологию аппаратной виртуализации. Большинство современных процессоров (таких как intel и AMD) имеют встроенную поддержку виртуализации. Недостатком применения данной технологии являются ограничения на аппаратное обеспечение базовой машины. Преимуществом использования данной технологии является максимально возможная эффективность и минимальные ограничения на применение гостевой ОС.

Разновидности вычислительных грид-систем

В настоящее время вычислительные грид-системы разделяют на два основных типа: грид-системы из персональных компьютеров (ГСПК) и сервисные грид-системы.

Грид-системы из персональных компьютеров в первую очередь предполагают, что в качестве вычислительного ресурса будут использоваться домашние или офисные компьютеры. Если взять современный домашний, офисный компьютер или ноутбук, и проследить среднюю по времени загруженность его процессора, то можно увидеть, что процессор в целом использует всего несколько процентов своего вычислительного ресурса, а более чем 90% (а это колоссальные вычислительные мощности) простаивают. Современные персональные компьютеры оснащаются достаточно мощными процессорами, это является необходимым для обеспечения возможности комфортной работы для пользователя в моменты пиковой нагрузки на процессор. Моменты пиковой нагрузки на процессор при стандартном использовании персонального компьютера являются кратковременными, а большую часть времени процессор не является загруженным. Технологии ГСПК позволяют использовать незадействованное при стандартном использовании процессорное время для научных вычислений.

Принцип работы ГСПК состоит в том, что на вычислительных узлах устанавливается и настраивается клиентское программное обеспечение, которое выполняет периодические запросы удаленному серверу на наличие заданий для своей платформы. Если на центральном сервере таковые

задания имеются, то клиентская машина скачивает задание в виде исполняемого файла с необходимыми данными, и запускает его, результат работы приложения возвращается обратно на сервер.

Существует несколько современных реализаций ГСПК (BOINC, XwNep, OurGrid, Condor, X-com, SARD). Наибольшее распространение к настоящему моменту получила платформа BOINC (Berkeley Open Infrastructure Network Computing).

Программное обеспечение BOINC можно разделить на две компоненты: клиентскую и серверную части. Клиентская часть устанавливается на вычислительном узле. В её задачи входит:

1. Подключиться к одному из проектов, к какому именно указывает владелец машины.
2. Запрашивать задания у центрального сервера.
3. Скачивать задания с сервера, если они там есть.
4. Запускать у себя скачанные задания.
5. Результаты работы заданий отсылать обратно на сервер.

Серверная часть программного обеспечения BOINC выполняет следующие действия:

1. Создает задания для пересылки на вычислительные узлы.
2. Отвечает на клиентские запросы, отправляет задания на вычислительные узлы.
3. Получает результаты работы задания и передает их для дальнейшей обработки.
4. Содержит в себе web-сервер для получения информации о проекте через web-интерфейс.

Аналогично распределённое приложение для инфраструктуры BOINC можно разделить на две основные компоненты: клиентскую и серверную части распределённого приложения.

Клиентская часть распределённого приложения и есть исполняемый файл, запускаемый на вычислительном узле. Она выполняет основную вычислительную нагрузку. Серверная часть распределённого приложения создает задания (в терминологии BOINC расчетные блоки — workunits) для клиентских узлов. Как правило, расчётный блок состоит из исполняемого файла клиенткой части, объединённый со специфическим для конкретного задания входного файла с данными. После отправки задания в вычислительную инфраструктуру серверная часть распределённого приложения ждет результатов задания. Получив из инфраструктуры все результаты заданий, серверная часть производит их обработку, и создает единый результат работы распределённого приложения.

В *грид-системах сервисного типа* взаимодействие между поставщиком и потребителем ресурсов осуществляется посредством набора сервисов. Функционирование сервисом обеспечивается специальным программным обеспечением промежуточного уровня (ППО). Основными реализациями ППО сервисного грида являются gLite [1], Globus,

Unicore. Общий для них набор сервисов: безопасность, авторизация, поиск ресурсов, доступ к удалённым данным.

Для обеспечения информационной безопасности в инфраструктуре сервисных грид-систем используется механизм цифровых сертификатов. Таким образом необходимым условием функционирования узлов инфраструктуры сервисного грида является взаимодействие с сертификационными центрами.

Комбинированные грид-инфраструктуры

Для интеграции разнородных вычислительных грид-ресурсов в Институте Автоматизации Исследований Академии Наук Венгрии (MTA SZTAKI) было разработано программное обеспечение Generic Grid to Grid Bridge (3G-Bridge) [2]. Программное обеспечение 3G-Bridge позволяет запускать задания из инфраструктуры сервисного грида на выполнение в инфраструктуре грид-систем из персональных компьютеров и наоборот. Механизм мостов позволяет осуществлять интеграцию сервисных гридов и ГСПК на системном уровне, т.е. прозрачным для пользователя образом. На данный момент этот подход реализован для связи грид-инфраструктуры EGEE/EGI с несколькими ГСПК (Рис. 1). Суть подхода состоит в специальном программном компоненте, который, опираясь на абстрактное понятие задания, может быть использован для интеграции двух грид-систем. По выполняемым функциям интегрирующее программное обеспечение можно подразделить на два типа:

- *Мост EGEE \Rightarrow DG*, обеспечивающий запуск заданий сервисного грида в инфраструктуре ГСПК. Данное соединение функционирует как Computing Element (CE) сервисного грида, где задания вместо вычислительных узлов направляются в инфраструктуру грида из персональных компьютеров (BOINC, XWNER, OurGrid). Взаимодействие различных типов грид-систем обеспечивается тремя основными программными компонентами:

1. Функционирующий на стороне gLite модифицированный Computing Element, который отправляет принятые из инфраструктуры сервисного грида задания на удалённый мост. Данный CE поставляется в качестве модуля YAIM, и может быть установлен и настроен вместе с другими компонентами gLite.
2. На стороне сервера ГСПК функционирует специальный адаптер, отвечающий за получение заданий, их преобразование для новой инфраструктуры, и выполнение.
3. Репозиторий приложений (Application Repository — AP), содержащий информацию о всех приложениях, проходящих через данный мост.

- *Мост DG \Rightarrow EGEE*, позволяющий, наоборот, запускать задания ГСПК в инфраструктуре EGEE. Поскольку принцип работы и основное программное обеспечение зависит от типа подключаемой инфраструктуры ГСПК, для каждой из них создана отдельная реализация моста:

1. **Мост BOINC ⇒ EGEE**, который функционирует как клиент BOINC, отправляя скачанные задания в виртуальную организацию EGEE. В инфраструктуре сервисного грида задание запускается специальной программой (jobwrapper), которая запускает приложение BOINC, и эмулирует для него окружение клиента BOINC.
2. **Мост XWHEP ⇒ EGEE**, подключающий рабочие узлы EGEE к гриду XWHEP путём запуска рабочих компонентов инфраструктуры в виде заданий EGEE.
3. **Мост OurGrid ⇒ EGEE**, который непосредственно запускает задания на вычислительных узлах виртуальной организации EGEE.

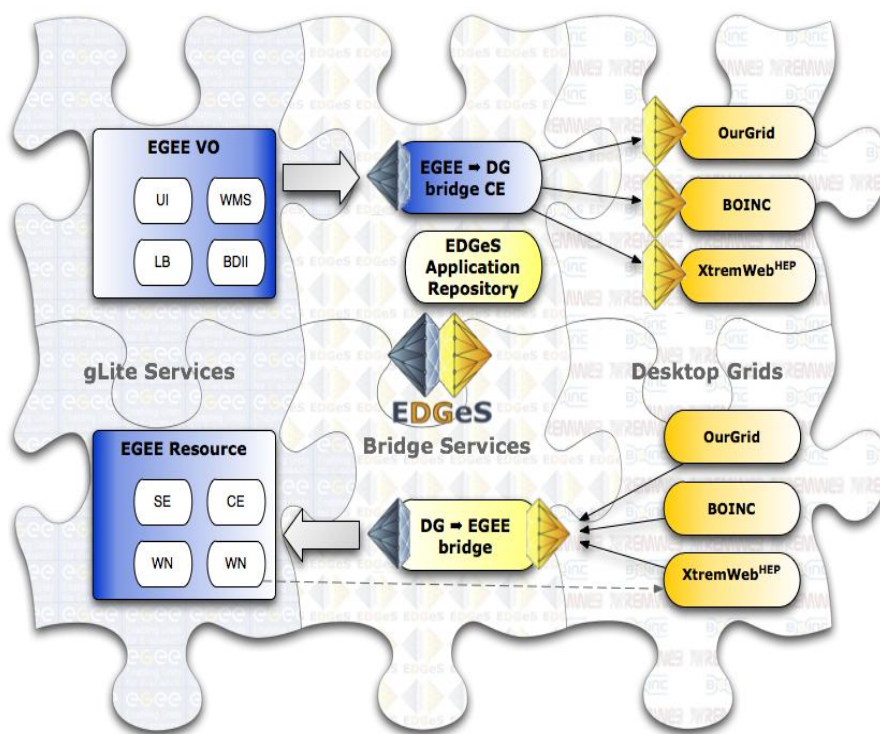


Рис. 1. Основные элементы инфраструктуры, обеспечивающие взаимодействие разнородных грид-систем

Реализация учебного грид-полигона на базе виртуальных машин

Основным препятствием для запуска сервисных грид-систем на локальных виртуальных инфраструктурах является необходимость взаимодействия элементов грид-сети с внешними сертификационными центрами. Проблемы, связанные с локальным использованием сервисных грид-систем также возникнут для сегмента сервисных грид-систем комбинированной вычислительной инфраструктуры. Для использования ГСПК в рамках локальной грид-инфраструктуры технических сложностей нет.

В рамках МТА SZTAKI для демонстрации своих разработок был предложен макет комбинированной вычислительной грид-инфраструктуры [3]. Макет представляет собой набор из пяти виртуальных машин.

Для обеспечения совместимости с различными платформами виртуализации виртуальные машины имеют формат qemu qcow2. Данный формат полностью совместим с технологией виртуализации XEN. Кроме того программной утилитой qemu-img образы виртуальных машин могут быть сконвертированы в образы виртуальных машин Vmware и VirtualBox.

Сегмент сервисного грида комбинированной инфраструктуры основан на технологии gLite. Сегмент ГСПК – на технологии BOINC. Список компонентов сервисного грида и ГСПК, содержащихся в виртуальных машинах приведён в таблице 1.

Таблица 1. Список виртуальных машин и основных компонентов программного обеспечения

<i>№</i>	<i>Название VM</i>	<i>Операционная система</i>	<i>Список компонентов</i>
1	edgi-testui	SL* 5, 64 бит	Пользовательский Интерфейс (User Interface - UI).
2	edgi-testvoms	SL 5, 64 бит	Сервис Управления Виртуальными Организациями (Virtual Organization Management Service).
3	edgi-testwms	SL 4, 32 бит	Система Управления Нагрузкой (Workload Management System – WMS).
4	edgi-testce	SL 4, 32 бит	Вычислительный Элемент (Computing Element – CE) инфраструктуры glite, кэш репозитория приложений элемента 3g-bridge.
5	edgi-testboinc	Debian 5.0	BOINC-сервер, BOINC-клиент, 3g-bridge.

*SL - Scientific Linux.

Для решения проблемы взаимодействия элементов gLite с сертификационными центрами в рамках макета используется локальный сертификационный центр, и все элементы инфраструктуры сервисного грида настроены на использование данного локального сертификационного центра. Кроме того в рамках учебного макета используется упрощенная система сертификации SimpleCA.

Заключение

В настоящее время приобретают всё большую популярность как ГСПК, так сервисные гриды. Вместе с грид-системами также приобретают популярность технологии их интеграции. Задача подготовки специалистов в области грид-систем и технологий их интеграции приобретает всё большую актуальность.

Рассмотренный в данной статье макет виртуальной вычислительной инфраструктуры даёт учащемуся возможность локально работать только с отдельной реализацией системы 3g-Bridge (gLite to BOINC). Построение

аналогичных макетов для интеграции других типов грид-систем заметно улучшит качество подготовки специалистов по грид-системам.

На основе виртуальных макетов инфраструктур могут быть организованы практические занятия для студентов [4]. Кроме того мощности современных вычислительных машин позволяют в рамках персонального компьютера студента развернуть виртуальный макет для испытания технологий распределённых вычислений в домашних условиях.

Литература

1. gLite. <http://glite.cern.ch/>
2. E. Urbach, P. Kacsuk, Z. Farkas, G. Fedak, G. Kecskeme'ti, O.Lodygensky, A. Cs. Marosi, Z. Balaton, Zolta'n; G. Caillat, G. Gomba's, A.Kornafeld, J. Kova'cs, H. He, R. Lovas: EDGeS: Bridging EGEE to BOINC and Xtrem Web, Journal of Grid Computing, 2009, Vol 7, No. 3, pages 335 -354
3. Страница загрузки макета: <http://www.edgi-grid.eu/downloads/vmimages/v2.0/>
4. V.A. Sukhomlin, A.P. Afanasiev, A.L. Kalinichenko, M.A. Posypkin, S.A. Stupnikov, O.V. Sukhoroslov, On Professional Training and Education in the Field of Grid Technologies and Distributed Computing // тезисы конференции GRID'2010, <http://grid2010.jinr.ru/files/pdf/sukhomlin.pdf>

Чжо Мью Хтун,

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва
аспирант, e-mail: kyawmyohtun2013@gmail.com

Чжо Чжо Лин

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва
аспирант, e-mail: kklin1500@gmail.com

Точность итерационного алгоритма решения задачи распределения нагрузки в системах обслуживания

Введение

Центральное место в управлении распределенными системами обслуживания (PCO) занимает задача распределения поступающих заявок между обработчиками или задача диспетчеризации. В работе под PCO мы будем понимать совокупность подвижных обслуживающих объектов, закрепленных за определенной территорией, и единую систему управления ими. В задачу системы управления входит обеспечение реакции на заявки, поступающие от расположенных на этой территории неподвижных источников.

Задачу диспетчеризации можно отнести к задачам дискретной оптимизации. Кроме очевидного требования по точности решения, алгоритмы, лежащие в основе систем поддержки принятия решений, должны обеспечивать и высокое быстродействие.

Широкий класс оптимизационных алгоритмов составляют методы итерационного улучшения определенного известного решения, которые основаны на пошаговом изменении некоторого решения задачи, называемого начальным. На каждой итерации алгоритма осуществляется подсчет целевой функции и, если ее значение изменяется в лучшую сторону, измененное решение становится начальным и процесс продолжается заданное число шагов. Сложность алгоритма определяется числом итераций. Точность решения, получаемого итерационными алгоритмами, в общем случае зависит от начального решения и количества итераций. Существует множество различных стратегий изменения решения на очередной итерации. В настоящей работе мы исследовали алгоритм, основанный на стратегии случайного поиска.

Модель распределенной системы обслуживания.

Математическую модель PCO, ориентированную на решение задачи диспетчеризации представим в следующем виде [1]:

N – число заявок, поступивших от обслуживаемых объектов;

M – число обслуживающих объектов;

U_{ij} – целевая переменная, равная 1, если j -ый объект используется для обслуживания i -ого вызова и равная 0 в противном случае;

r_{ij} – время следования J -ого объекта к источнику i -ой заявки.

Тогда, целевая функция системы, минимизирующая время реакции, имеет вид:

$$T_{react} = \max(r_{ij} y_{ij}, \forall i = \overline{1, N}; \forall j = \overline{1, M}) \rightarrow \min$$

При этом:
$$\sum_{i=1}^N y_{ij} \leq 1, j = \overline{1, M} \quad (1).$$

В такой постановке, число обработчиков заявок должно быть больше или равно числу самих заявок $M \geq N$. Исходной информацией для алгоритмов распределения заявок служит матрица $R = \{r_{ij}\}$, элементы которой, кроме времени движения обработчика к объекту, могут характеризовать и возможность выполнения объектом своей функции по отношению к источнику заявки.

Итерационный алгоритм

Рассмотрим последовательность шагов исследуемого итерационного алгоритма при решении задачи диспетчеризации.

1. В качестве начального решения возьмем некую матрицу $Y = \{y_{ij}\}_{NM}$, удовлетворяющую условию (1). Найдем

$$T_{react} = \max(r_{ij} y_{ij}, \forall i = \overline{1, N}; \forall j = \overline{1, M}).$$

2. Произведем изменение в известном решении, с помощью случайных парных обменов. Механизм формирования пары элементов, между которыми производится обмен обработчиками, заключается в получении двух случайных величин в диапазоне от 0 до M , номеров строк в матрице $Y = \{y_{ij}\}_{NM}$, с последующей их перестановкой и получением новой матрицы $Y'' = \{y_{ij}\}_{MN}$. Найдем T''_{react} . Оценим изменение времени реакции системы. Если $T''_{react} < T_{react}$, заппомним этот вариант решения и положим $T''_{react} = T_{react}$.
3. Повторим шаг 2 заданное число раз*.
4. Решением задачи будет последний вариант, запомненный на шаге 2.
5. *В качестве критериев завершения работы в итерационных алгоритмах, использующих рандомизацию, применяются различные подходы:
 - достижение заданной точности;
 - ограничение на время решения задачи;
 - ограничение на число итераций.

Для системы управления РСО критичным является именно время решения задачи, поскольку оно непосредственно влияет на ее характеристики. Это и определяет тот факт, что на практике используется критерий 2, который не зависит от производительности вычислительной системы. Задание числа итераций алгоритма в шаге 3 определяется исходя из значения ограничения по времени. Однако, для исследования точностных свойств алгоритмов, используют критерии 1 или 3. В работе мы используем 3-ий критерий, т.к. первый критерий не обеспечивает

гарантированного завершения работы алгоритма.

Важной характеристикой итерационных алгоритмов является сходимость. Поскольку на каждой итерации алгоритма мы обеспечиваем не ухудшение решения, процесс является сходящимся.

Результаты вычислительного эксперимента

Точность получаемых решений и быстродействие итерационного алгоритма исследовались путем решения тестовых примеров размерностью $N = M = 18$ и $N = M = 24$ для числа итераций от 10^4 до 10^8 . Ниже представлены результаты исследований (таблицы 1-4). В качестве начального, использовалось решение задачи, полученное с помощью последовательного (минимаксного) алгоритма [2]. В каждом случае проводился пятикратный запуск программы и усреднение полученных результатов.

Таблица 1 - Точность решения ($N = 18$, начальное время реакции - 318)

Число итераций	Время реакции системы					Среднее значение
10^4	216	303	308	318	253	279
$5 \cdot 10^4$	275	257	242	265	210	249
10^5	251	239	251	209	241	238
$5 \cdot 10^5$	212	216	224	216	229	219
10^6	209	217	215	188	229	211
$5 \cdot 10^6$	201	208	204	202	202	203
10^7	201	208	201	188	180	195
$5 \cdot 10^7$	188	171	186	178	185	181
10^8	168	178	187	168	163	172

Таблица 2 - Быстродействие алгоритма ($N = 18$)

Число итераций	Время решения задачи (сек)					Среднее значение
10^4	0.03	0.038	0.035	0.044	0.04	0.037
$5 \cdot 10^4$	0.147	0.153	0.145	0.155	0.154	0.151
10^5	0.285	0.291	0.304	0.31	0.308	0.299
$5 \cdot 10^5$	1.43	1.447	1.511	1.535	1.567	1.498
10^6	2.895	2.991	3.106	3.066	3.254	3.062
$5 \cdot 10^6$	14.51	15.39	14.96	15.95	15.59	15.28
10^7	29.70	31.83	32.75	31.76	32.64	31.74
$5 \cdot 10^7$	137.4	143.1	157.4	149.8	163.6	150.3
10^8	285.5	297.6	304.2	316.0	323.0	305.3

Таблица 3 - Точность решения ($N = 24$, начальное время реакции - 377)

Число итераций	Время реакции системы					Среднее значение
10^4	353	367	377	362	362	364

$5 \cdot 10^4$	342	365	354	357	351	353
10^5	353	361	344	350	338	349
$5 \cdot 10^5$	325	348	327	348	345	338
10^6	294	321	259	327	245	289
$5 \cdot 10^6$	239	243	237	307	237	252
10^7	215	245	293	230	239	244
$5 \cdot 10^7$	216	230	215	215	216	218
10^8	215	215	216	215	209	214

Таблица 4 - Быстродействие алгоритма ($N = 24$)

Число итераций	Время решения задачи (сек)					Среднее значение
10^4	0.032	0.035	0.033	0.0373	0.035	0.034
$5 \cdot 10^4$	0.166	0.155	0.154	0.169	0.157	0.160
10^5	0.348	0.357	0.364	0.352	0.352	0.354
$5 \cdot 10^5$	1.648	1.651	1.635	1.646	1.654	1.647
10^6	3.244	3.276	3.26	3.261	3.276	3.263
$5 \cdot 10^6$	16.36	16.8	16.52	16.36	17.39	16.69
10^7	34.02	34.1	34.32	34.25	34.52	34.24
$5 \cdot 10^7$	168.6	168.0	167.0	168.2	169.9	168.3
10^8	336.9	333.8	358.8	357.7	358.2	349.1

Отметим, что при размерности задачи $N = 18$ и числе итераций 10^6 время решения задачи не превышает 3 секунд, при этом время реакции РСО по отношению к начальному решению удается уменьшить на 25-30%. Тесты подтверждают и хорошую сходимость алгоритма. При увеличении числа итераций точность решения повышается практически для всех серий экспериментов.

При увеличении размерности решаемой задачи до $N = 24$ (таблицы 3 и 4) и тенденция к увеличению точности найденных решений при росте числа итераций сохраняется.

Как и в случае меньшей размерности, для числа итераций 10^6 время решения задачи незначительно превышает 3 секунды, при этом время реакции также удается уменьшить на 20-25%.

Вычислительные эксперименты проводились на компьютере с процессором Intel Core Duo T5270 @1.40GHz и памятью 2.0 GB. Различие по времени решения задачи объясняется выбранной стратегией улучшения начального распределения, которая основана на случайных парных обменах. В случае совпадения выбранных на этапе 2 алгоритма строк требуется повторная генерация одного из случайных чисел.

В качестве критерия завершения работы итерационных алгоритмов, основанных на рандомизации, как правило, используют ограничение по числу итераций. Альтернативным критерием является предельное время работы алгоритма. Одним из косвенных признаков достижения

алгоритмом локального оптимума, который может быть также использован на практике, является тот факт, что в течение определенного числа итераций найденное решение не изменяется. В системах поддержки принятия решений, с учетом их специфики, критерием завершения работы алгоритма диспетчеризации должно быть предельное время работы алгоритма.

Заключение

Проведенные исследования показывают, что итерационный алгоритм, основанный на случайных парных перестановках, может быть использован в системах поддержки принятия решений диспетчерских служб РСО. Он обеспечивает снижение времени реакции системы за счет повышения точности решения задачи распределения поступающих заявок.

Дальнейшие исследования направлены на снижение времени решения задачи при большом числе итераций. Это может быть обеспечено путем распараллеливания программного кода и запуска приложения на многоядерном процессоре.

Литература

1. Абаев А.В. Моделирование временных характеристик оперативной деятельности подразделений ГПС. // Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем: Сборник научных трудов, выпуск 6. Иркутск: ИрГУПС, 2008.
2. Чжо Мью Хтун. Исследование эффективности алгоритмов решения задачи диспетчеризации. // Современная техника и технологии: Исследования и разработки – 2011 г. Международная научная заочная конференция: сборник докладов. Липецк, 2011. С 40-42.

**СЕКЦИЯ 10. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ
СИГНАЛОВ И УПРАВЛЕНИЯ**

Бондаренко М.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
факультет Вычислительной математики и кибернетики, аспирант
max.bond@bk.ru

Программное и алгоритмическое обеспечение системы технического зрения по автоматизированной обработке изображений ближнего космоса

Аннотация

*В статье представлена алгоритмическая реализация автоматического распознавания объектов околоземного пространства на примере распознавания метеоров в ночном небе по одиночным кадрам и определения их физических характеристик, таких как абсолютная светимость и звёздная величина. В ходе выполнения работы был разработан новый метод медианной фильтрации, отличающийся от классического метода более высоким качеством фильтрации и скоростью работы от 1,2 до 1,5 раз быстрее. Все изложенные методы реализованы в программном продукте *Meteors Magnitude v1.2*, представленном ниже. Полученные результаты представляют ценность, как для фундаментальных астрофизических исследований, так и для решения прикладных задач навигации летательных аппаратов и ИСЗ.*

Ключевые слова: фотометрия околоземного пространства, система технического зрения, обработка изображений, система улучшенного и синтезированного видения.

Введение

Активное развитие цифровой фотометрии околоземного пространства обусловлено, прежде всего, требованиями к безопасности полётов ИСЗ, летательных аппаратов в верхних слоях атмосферы, космических аппаратов и станций от столкновения с малыми телами Солнечной системы и космическим мусором. Следующее ключевое приложение - фундаментальные исследования природы малых тел Солнечной системы. Особо следует отметить задачу заблаговременного предупреждения бомбардировки Земли малыми космическими телами.

Фотометрия околоземного пространства характеризуется большими объёмами получаемой информации, из которой очень малая доля представляет полезные данные. Отсюда следует высокая трудоёмкость или практическая невозможность получения точного научного результата при ручном анализе фотометрии оператором. Таким образом, автоматический анализ фотометрии представляет большую практическую ценность.

Способ обработки кадров фотометрии

Ниже предлагается общая схема обработки кадра для

автоматического распознавания объектов в ночном небе:

- Вычитание шумового фона
- Фильтрация
- Повышение контраста
- Сегментация объектов по заданному набору признаков
- Выделение характеристик сегментированных объектов
- Анализ характеристик объектов
- Принятие решения

Вычитание шумового фона

Начальное вычитание шумового фона обусловлено спецификой задачи: наличие большого количества неинформативных областей с относительно невысокой яркостной вариацией: звезды и прочие объекты на фоне ночного неба. Исходя из особенностей обрабатываемого изображения, предполагается, что фоновые неинформативные пиксели располагаются по его краям.

Пусть исходное изображение

$$F(x, y) \in \mathbb{R}^{M \times N}, x = 0 \dots M - 1, y = 0 \dots N - 1,$$

тогда обработанное изображение $G(x, y) \in \mathbb{R}^{M \times N}$ имеет вид:

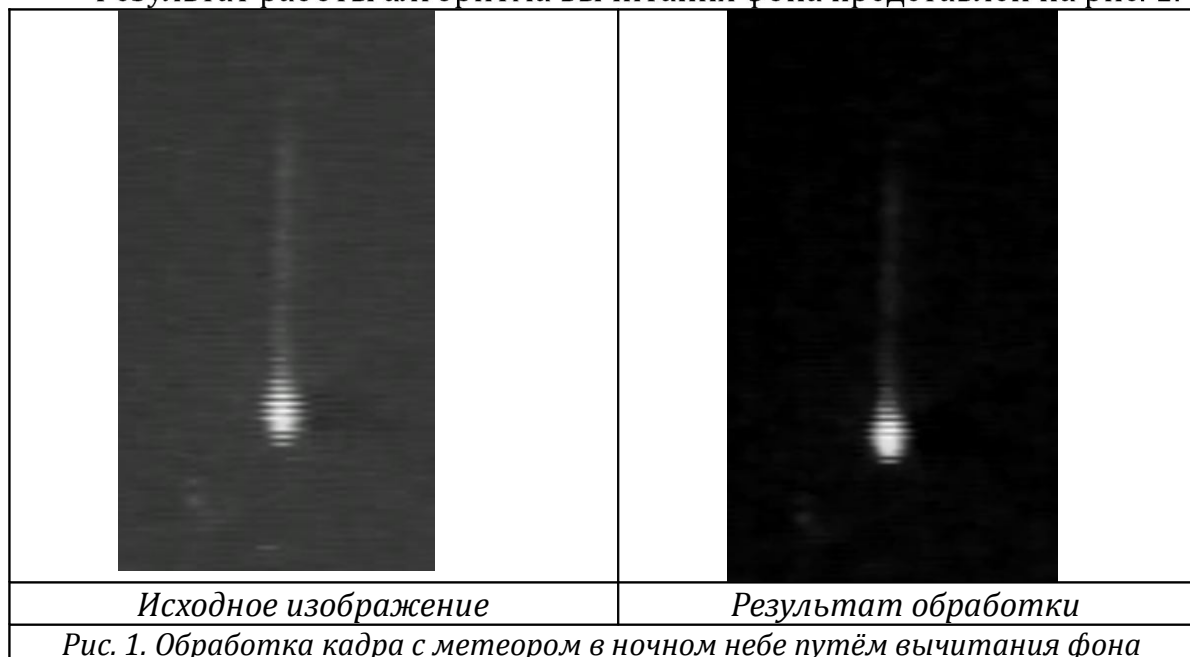
$$G(x, y) = \begin{cases} F(x, y) - k, & F(x, y) \geq k \\ 0, & F(x, y) < k' \end{cases}$$

где

$$k = \frac{1}{2 \cdot (N + M)} \cdot \left(\sum_{\substack{y=0 \\ x=0, M-1}}^{y=N-1} F(x, y) + \sum_{\substack{x=0 \\ y=0, N-1}}^{x=M-1} F(x, y) \right),$$

$$\forall x = 0 \dots M - 1, \forall y = 0 \dots N - 1.$$

Результат работы алгоритма вычитания фона представлен на рис. 1:



Как видно из рис. 1, шумовая составляющая кадра с метеором существенно снизилась, сохранив при этом полезный сигнал практически без потерь.

Фильтрация кадра

Помимо присутствия на обрабатываемых кадрах фонового шума, имеет место импульсный шум, связанный с чувствительностью матрицы цифровой камеры и погрешностью оцифровки полученного видеосигнала. А также шум обусловленный структурой матрицы цифровой камеры: в нашем случае это характерные полосы на изображении. Для подавления импульсного шума используется модификация стандартного медианного фильтра, как наиболее подходящая для его устранения [1]. Модификация заключается в использовании эллиптической окрестности пикселя внутри маски. Использование эллиптической маски обусловлено знанием об истинной форме звёзд и сгорающих метеоров. Пусть размер квадратной маски задаётся как $2 \cdot r + 1$ на $2 \cdot r + 1$, где $r \geq 0$ – целое число, радиус маски. (При $r = 0$ имеем тождественный фильтр). Тогда условие принадлежности пикселя эллиптической маске задаётся функцией: $a \cdot x^2 + b \cdot y^2 \leq r^2$, где x, y – координаты пикселя на изображении, $a > 0, b > 0$ – главные диаметры эллипса. В данной реализации $a = b = 1$, то есть используются те пиксели квадратной маски, которые ограничены функцией, задающей круг: так получается псевдо круглая маска. Вид псевдо круглых масок представлен на рис. 2:

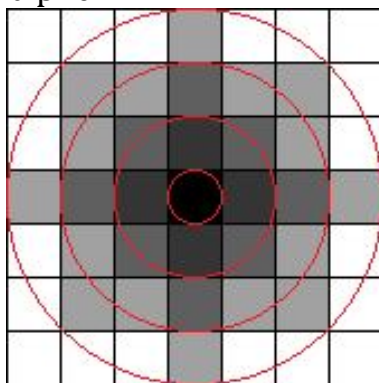
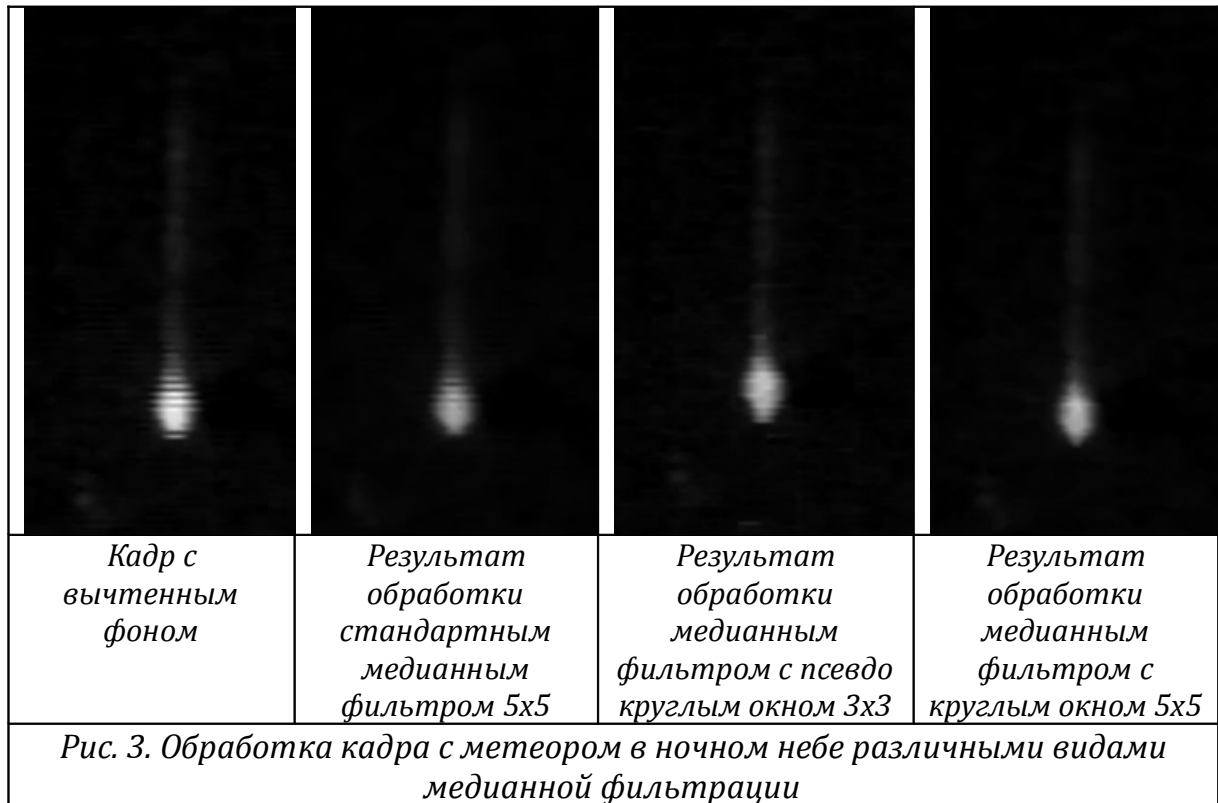


Рис. 2. Псевдо круглые маски размера 1x1, 3x3, 5x5, 7x7 – разным цветом показаны пиксели, принадлежащие разным маскам

Результаты подавления импульсного и матричного шумов кадра с вычтенным фоном представлены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, медианный фильтр с псевдо круглым окном хорошо подавляет матричный шум в отличие от стандартного медианного фильтра, который не смог существенно устранить матричный шум. И в тоже время предлагаемый фильтр не так сильно искажает полезный сигнал. В реализации алгоритма используется маска 5x5.



Коррекция кадра

Для усиления полезного сигнала используется алгоритм линейного растяжения гистограммы яркостей изображения:

$$G(x, y) = (2^b - 1) \cdot \frac{G(x, y) - G_{min}}{G_{max} - G_{min}}, \quad x = 0 \dots M - 1, \quad y = 0 \dots N - 1,$$

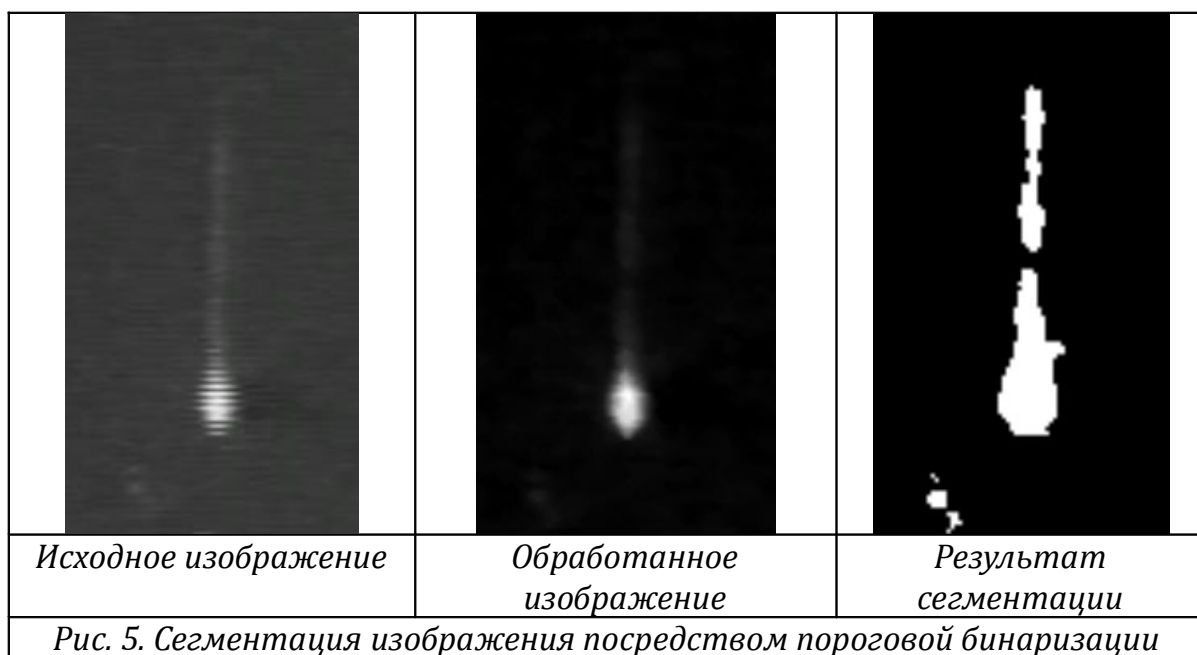
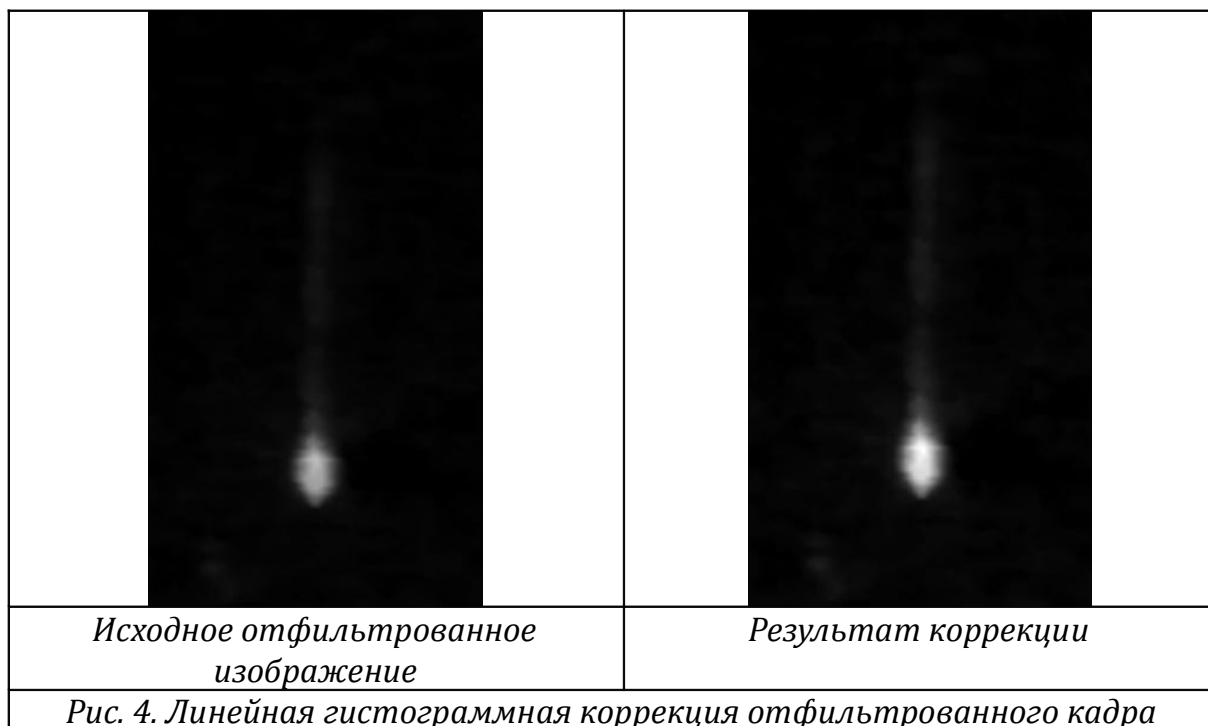
$$G_{max} = \max_{x,y} G(x, y), \quad G_{min} = \min_{x,y} G(x, y),$$

где G – обрабатываемое изображение размера $M \times N$, b – битность пикселя изображения G . Результат работы алгоритма представлен на рис. 4.

Использование линейного гистограммного преобразования объясняется важностью сохранения яркостного распределения в кадре для более точного установления абсолютной светимости и звездной величины объектов.

Реализация сегментации областей интереса

Сегментация областей интереса (метеоров, звезд и прочих объектов в небе) производится посредством пороговой бинаризации кадра как наиболее быстрого и одновременно эффективного метода. Порог бинаризации ν выбирался опытным путём из диапазона яркостей $[0, 32]$ для 8-битных изображений так, чтобы не отсегментировать оставшиеся шумовые составляющие изображения, и в тоже время выделить полезные объекты. Чем меньше шумовых составляющих на изображении, тем этот порог ближе к 0. В данной реализации $\nu = 16$. Результат сегментации кадра представлен на рис. 5.



Анализ сегментированных объектов

Для анализа формы объектов используется алгоритм закраски связной области, который выделяет следующую полезную информацию (структуру из пяти полей) об объектах:

- Главные диаметры объектов
- Число пикселей
- Пиксельная плотность объекта - отношение числа пикселей объекта к числу пикселей ограничивающей его прямоугольной области
- Координаты центра прямоугольной области, ограничивающей

объект

- Суммарная пиксельная яркость

При автоматическом распознавании объекта уже работаем не с изображением, а с указанной структурой.

Автоматическое распознавание метеоров на одиночных кадрах

Алгоритм распознавания метеоров строится на основании их характерных признаков.

Во-первых, суммарная яркость метеора, как правило, превосходит яркость большинства звёзд, что означает условие на C_{min} – минимальное число пикселей объекта, которое определяется экспериментально. В данной реализации $C_{min} = 16$.

Во-вторых, метеор представляет собой вытянутый объект, что означает условие на отношение главных диаметров в зависимости от пиксельной плотности объекта. Пусть D_x, D_y – главные диаметры объекта, выраженные в пикселях изображения по горизонтали и вертикали соответственно. Тогда объект вписан в прямоугольник с длинами сторон D_x и D_y . Пусть далее S – число пикселей объекта, его пиксельная площадь. Тогда пиксельная плотность данного объекта

$$\rho_{pixel} = \frac{S}{D_x \cdot D_y}$$

Очевидно, справедливо неравенство: $0 < \rho_{pixel} \leq 1$. Пусть далее $N = \frac{D_y}{D_x}$ – отношение главных диаметров объекта. Экспериментально установлено (на выборке из 100 кадров с метеорами), что для вертикально падающих метеоров $N > N_{min} > 1,5$. В данной реализации $N_{min} = 1,66$. Метеоры могут лететь под углом, и для реального метеора N может быть меньше N_{min} , однако. Поэтому необходимо ввести зависимость между N и ρ_{pixel} :

11. Если у объекта $N \leq N_{min}$, то необходимым условием вытянутости будет $\rho_{pixel} < \rho_{min}$.

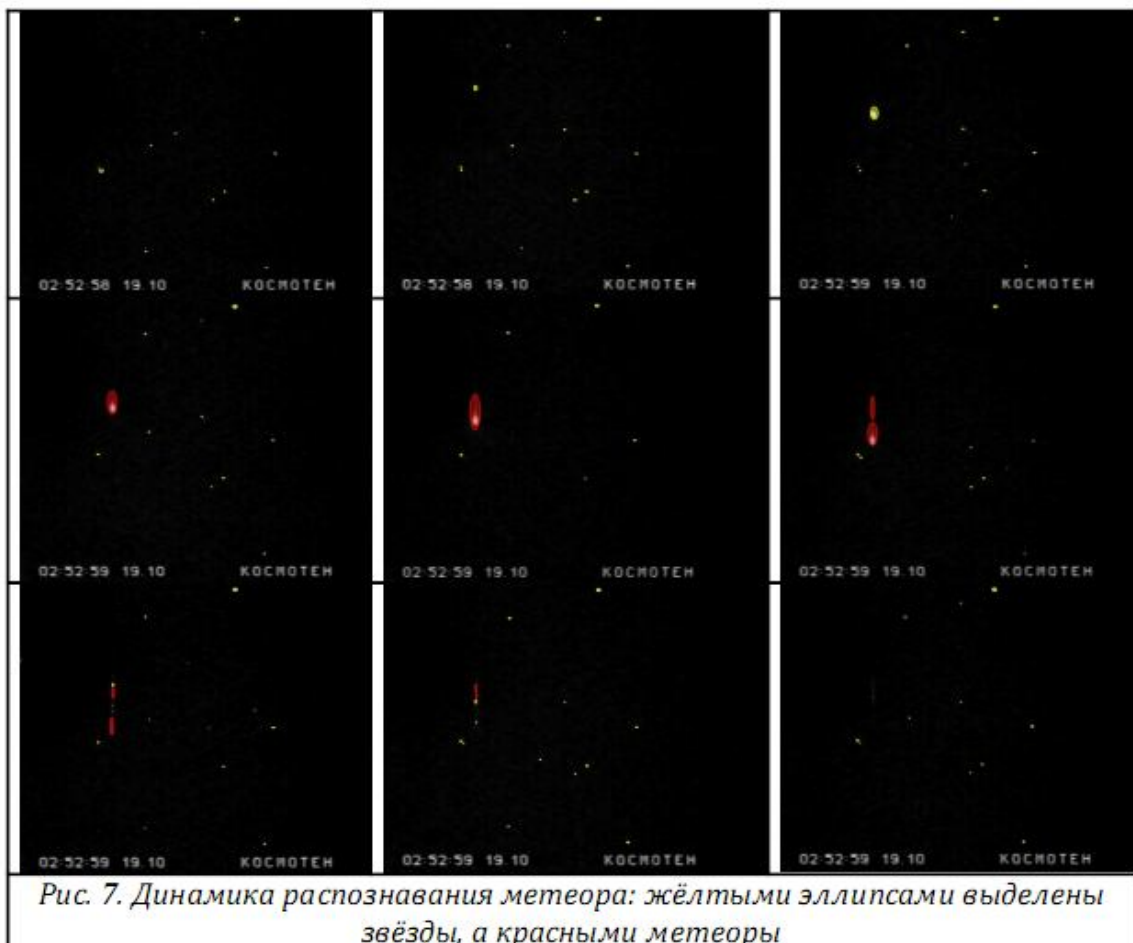
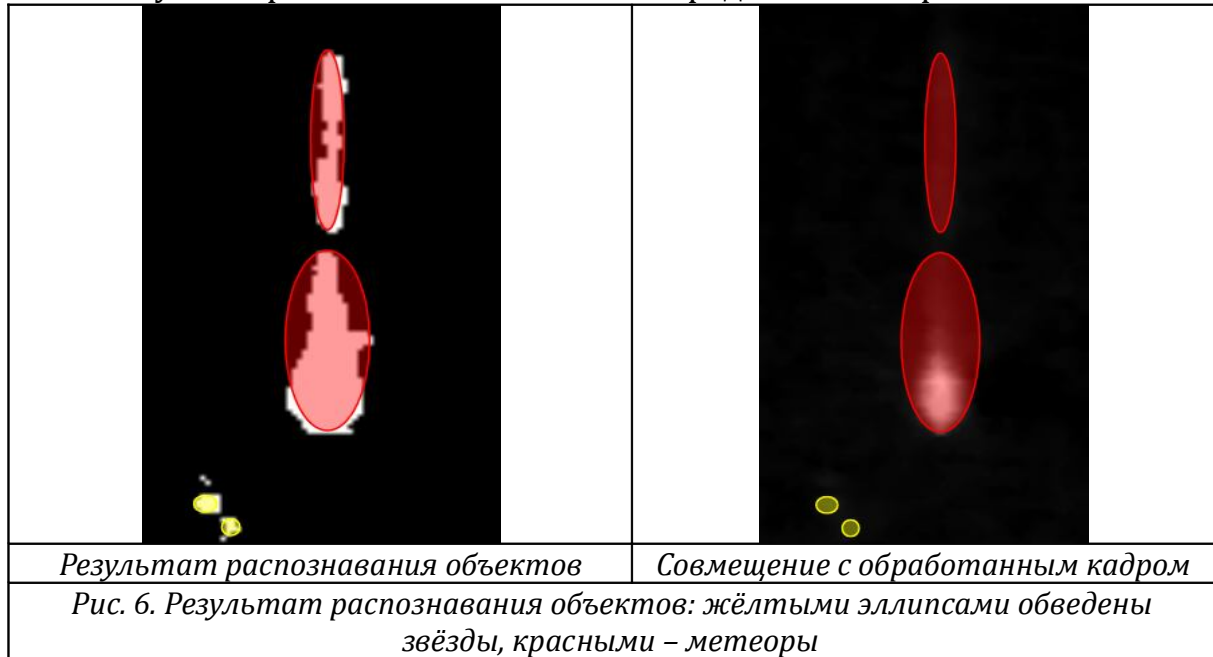
12. Если, наоборот, $N > N_{min}$, то $\rho_{pixel} \geq \rho_{min}$

Таким образом, условие вытянутости объекта можно записать в виде логического выражения:

$$N > N_{min} \text{ xor } \rho_{pixel} < \rho_{min}$$

Данное условие вытянутости является необходимым, но не является достаточным: можно привести пример, когда по данному условию объект с $N = 1$ будет считаться вытянутым: это объект в форме бублика. Но вероятность попадания «бублика» в кадр в данной задаче ничтожно мала. В данной реализации $\rho_{min} = 0,33$.

Результат распознавания объектов представлен на рис. 6:



На рис. 7 показана динамика распознавания метеора в ночном небе Земли с помощью предложенного метода, что позволяет судить о его

качестве.

Вычисление звёздных величин объектов

Вычисление производится на основании данных о суммарной пиксельной яркости объектов, что соответствует светимостям объектов по формуле из [2]:

$$N_2 = N_1 + 2,5 * \log_{10} \left(\frac{L_1}{L_2} \right),$$

где $N_{1,2}$ - абсолютные звёздные величины объектов,

$L_{1,2}$ - их суммарные пиксельные яркости (светимости).

По каждому «эталонному» объекту, для которого пользователь задал звёздную величину, считаются звёздные величины прочих объектов. Для каждой непомеченной звезды имеем набор вычисленных звёздных величин, среднее арифметическое значение которого и будет результирующим значением. Тем самым каждый дополнительный ввод позволяет повысить точность вычисления звёздных величин для неизвестных объектов.

Точность вычисления звёздных величин

При тестировании на реальных снимках (с учётом шума и слабого контраста) звёздные величины (з.в.) известных звёзд по одной заданной были вычислены с погрешностями в пределах 0,5 от з.в. Дополнительный ввод снизил погрешность вычислений примерно до 0,25 от з.в.

Особенности реализации

Все описанные алгоритмы были программно реализованы в программе определения характеристик звёзд и метеоров по фотографиям под названием *Meteors Magnitude v1.2* написанной на языке C# с использованием технологии .NET и библиотек для создания оконных интерфейсов WPF 4.0. Программа имеет следующие возможности:

- Чтение и обработка файлов форматов bmp, png, jpg, jpeg - работа с одиночными кадрами.
- Автоматическое распознавание звёзд и метеоров на кадре.
- Фильтрация и коррекция входных кадров.
- Просмотр увеличенной области интереса изображения – инструмент «экранный телескоп».
- Работа с объектами различных типов: «звезда», «метеор» и «летательный аппарат». Возможность изменения типа объекта или исключения его из рассмотрения.
- Включение/отключение режима сегментации объектов с запоминанием всех изменений, вносимых пользователем.
- Работа с объектами внутри области интереса.
- Ввод звёздной величины объекта позволяет вычислить эту характеристику для остальных объектов. Звёздная величина уточняется при дополнительном вводе.

- Возможность очистки всех данных введённых пользователем.
 - Полная интерактивная инструкция пользователя
- На рис. 8 представлен скриншот работы программы.

Скорость работы алгоритмов

Скорость выполнения программы определялась на компьютере с процессором Intel Core i7 620M с тактовой частотой 2,67 ГГц.

Обработка и анализ кадра размером в 1392x1032 пикселя заняла 2,2 секунды процессорного времени без учёта времени вывода результата распознавания на экран.

Алгоритм модифицированной медианной фильтрации с псевдо круглой маской 5x5 показал себя быстрее: на данном кадре он отработал за 1,7 секунды, в то время как стандартный медианный фильтр 5x5 отработал за 2,5 секунды.

Повышение скорости работы модифицированного алгоритма медианной фильтрации объясняется сортировкой меньшего по объёму массива для каждого пикселя изображения. В случае стандартной медианы 5x5 приходится сортировать 25 элементов массива, в то время как для модифицированной медианы с псевдо круглой маской это число равно 13 (рис. 2), что почти в 2 раза меньше.



Рис. 8. Программа по автоматическому распознаванию звёзд и метеоров и определению их характеристик

Перспективы развития проекта Meteors Magnitude

1. В ближайшее время планируется доработка программы:

- добавление возможности построения графиков динамики блеска метеоров,
- усовершенствование алгоритмов путём добавления анализа пары смежных кадров.

2. В перспективе планируется совмещение написанной программы с измерительными цифровыми мегапиксельными камерами научно-производственной фирмы ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ» [3].

Реализация пункта 2 позволит обрабатывать последовательность калиброванных кадров в реальном времени. Это означает не только вычисление звёздных величин объектов с точностями, сопоставимыми со звёздными каталогами, но и определение их массы (путём анализа скорости сгорания в атмосфере), расстояния от поверхности Земли, линейные размеры (путём съёмки несколькими синхронно работающими камерами) и среднюю плотность объекта. Это, несомненно, позволит отличать метеоры от летательных аппаратов и от «неподвижных» звёзд.

Благодарности

Работа одобрена Бондаренко Андреем Викторовичем, ген. директором научно-производственной фирмы ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ».

Отдельное спасибо д.ф.м.н. Багрову Александру Викторовичу, ведущему научному сотруднику ИА РАН и к.ф.м.н. Леонову Владиславу Александровичу, старшему научному сотруднику ИА РАН за постановку интересной задачи, хороший чай и вкусные пряники.

Литература

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс, Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. С. 196.
2. Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии под ред. В.Г. Сурдина, М.:УРСС, V издание, 2002. С. 149.
3. Техническая документация на цифровые камеры и программное обеспечение. ООО «РАСТР ТЕХНОЛОДЖИ». 2012 г. Москва, www.rastr.net.
4. Бондаренко А.В. Докучаев И.В., Князев М.Г. Телевизионная видеокамера с цифровой обработкой в реальном времени // Современная электроника. № 3, 2006. С. 50.

Веремей Е.И.

зав. кафедрой, профессор факультета ПМ-ПУ СПбГУ
e_veremey@mail.ru

Вопросы оптимизации цифровых систем управления и обработки сигналов

Аннотация

В докладе обсуждаются базовые аспекты общей методологии аналитического проектирования цифровых систем с применением оптимизационного подхода. Основное внимание уделяется частной ситуации с конкретной реализацией этого подхода для синтеза линейных стационарных систем с обратной связью, функционирующих в дискретном времени. Предлагается спектральный метод минимизации функционалов, представленных нормами передаточных функций цифровых систем как элементов пространств Харди H_2 и H_∞ .

1. Введение

Применение цифровых динамических систем управления и обработки информации, базирующихся на современных компьютерных устройствах и технологиях, в настоящее время приобрело всеобъемлющий характер практически во всех отраслях науки, техники, экономики, образования и т.д. Естественно, что в основе построения и использования таких систем лежат различные общие идеи и конкретные способы формализации соответствующих содержательных задач, прежде всего – на математическом уровне.

Это обстоятельство определяет особую ответственность прикладных математиков и ИТ-специалистов за выбор, модификацию и разработку математических методов моделирования, анализа, синтеза и практической реализации цифровых систем. Эти методы должны в максимальной степени соответствовать возможностям и функциональной ориентации тех компьютерных средств, с помощью которых они реализуются, что в конечном итоге определяет суммарную эффективность процессов принятия решений, управления и обработки информации.

Современное состояние компьютерных технологий дает возможность выделить две стратегические линии, находящиеся в настоящее время в стадии бурного развития и постоянного совершенствования:

- параллельные вычисления, суперкомпьютеры (Parallel Computing and Supercomputers) и способы их эффективного применения;
- встраиваемые вычисления и системы (Embedded Computing and Systems) во всем многообразии их использования.

Оба указанных направления служат базой для реализации современных цифровых систем, хотя они имеют принципиальное различие.

В рамках первого из них используются мощные вычислительные ресурсы, предоставляемые пользователю, а второе, напротив, связано с существенными их ограничениями. Тем не менее, специальная ориентация математических моделей и методов на реализацию цифровых систем в соответствующей вычислительной среде позволяет существенно повысить эффективность их практического применения.

В частности, здесь представляется специализированный спектральный подход к синтезу цифровых систем с обратной связью, базирующийся на идеологии оптимизации линейных стационарных систем в пространствах Харди H_2 и H_∞ [1,2].

Принятый подход позволяет уменьшить время вычислений и объем оперативной памяти, что имеет особую значимость в тех ситуациях, когда по тем или иным причинам расчетный алгоритм синтеза используется для перенастройки в ходе функционирования систем, работающих в режиме реального времени. Это имеет особое значение для адаптивной реализации в составе различных встраиваемых систем автоматического управления и обработки сигналов.

2. Постановка задач H -оптимизации

Пусть задана математическая модель неизменяемой линейной стационарной части системы, функционирующей в дискретном времени n , в виде следующего разностного уравнения:

$$A(q)y[n] = B(q)u[n] + d[n], \quad n \in N^1, \quad (1)$$

где y, u и d – скалярные дискретные процессы: y – контролируемая переменная, u – сигнал обратной связи (управление), d – внешнее воздействие; $A(q)$ и $B(q)$ – взаимно простые полиномы степеней v и $m \leq v-1$ от оператора q сдвига на такт вперед.

Будем замыкать объект (1) обратной связью

$$u = W(q)y, \quad (2)$$

с передаточной функцией $W(q) = W_1(q)/W_2(q)$, W_1, W_2 – полиномы. В результате замыкания получим SISO-систему (1), (2) с уравнением $[A(q) - B(q)W(q)]y = d$, где $d = \{d[t]\}$ – случайный стационарный эргодический процесс со спектральной плотностью мощности

$$S_d(e^{j\omega})|_{e^{j\omega} = z} \equiv S_1(z)S_1(z^{-1}), \quad S_1(z) \equiv N(z)/T(z), \quad (3)$$

$N(z)$ и $T(z)$ – шуровские полиномы (все их корни находятся в открытом единичном круге D на комплексной плоскости).

Качество работы замкнутой цифровой системы (1), (2) в данном случае имеет смысл оценивать среднеквадратичным функционалом

$$I = I(W) = \langle y^2 \rangle + k^2 \langle u^2 \rangle = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N [y^2[n] + k^2 u^2[n]], \quad (4)$$

который задан на ее движениях, $k = \text{const}$.

Если функция $S_d(e^{j\omega})$ задана, то решается задача о синтезе оптимальной обратной связи, обеспечивающей минимум функционала (4) на множестве стабилизирующих регуляторов (2).

Если же функция S_d априори не задана, но известна её принадлежность допустимому множеству

$$\mathfrak{R} = \left\{ S_d(e^{j\omega}) : \frac{1}{\pi} \int_0^\pi S_d(e^{j\omega}) d\omega \leq 1 \right\}, \quad (5)$$

то рассматривается задача о синтезе гарантирующей обратной связи по отношению к функционалу (4) с учетом (5).

Введем в рассмотрение множество RL рациональных дробей $\rho(z)$ без полюсов на единичной окружности, а также гильбертово пространство $RL_2 \subset RL$ правильных функций с нормой $\|\rho\|_2^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi |\rho(e^{j\omega})|^2 d\omega$. Справедливо

представление $RL_2 = RH_2 \oplus RH_2^\perp$, где пространство RH_2 содержит все функции аналитические в круге D , а его дополнение RH_2^\perp – вне этого круга. Введем также пространство $RL_\infty \subset RL$ правильных дробей, имеющих норму $\|\rho\|_\infty = \sup_{\text{Re } z \geq 1} |\rho(z)| = \max_{\omega \in [0, \pi]} |\rho(e^{j\omega})|$, выделяя из него подпространство RH_∞ , включающее все элементы аналитические вне единичного круга D .

Нетрудно убедиться в том, что указанные выше задачи оптимизации могут быть строго формализованы в следующем виде:

$$J_2(W) = \|H(W)S_1\|_2^2 \rightarrow \min_{W \in \Omega_2}, \quad \Omega_2 = \{W : H(W) \in RH_2\}; \quad (6)$$

$$J_\infty(W) = \|H(W)\|_\infty^2 \rightarrow \min_{W \in \Omega_\infty}, \quad \Omega_\infty = \{W : H(W) \in RH_\infty\}, \quad (7)$$

где $H(W)$ – обобщенная передаточная функция замкнутой системы

$$H(z, W)H(z^{-1}, W) \equiv H_y(z, W)H_y(z^{-1}, W) + k^2 H_u(z, W)H_u(z^{-1}, W). \quad (8)$$

Здесь $H_y = 1/(A - BW)$ и $H_u = W/(A - BW)$ – передаточные функции этой системы по выходу и по управлению соответственно.

Заметим, что функционалы J_2 и J_∞ в задачах (6) и (7) нелинейно зависят от функций W , что существенно затрудняет их поиск. Эту трудность можно снять параметризацией множества стабилизирующих обратных связей, как показано в работе [3], вводя варьируемые функции-параметры $\Phi(z)$ формулами

$$\Phi(z) = \alpha(z)H_y(z) + \beta(z)H_u(z), \quad Q(z) = A(z)\beta(z) + B(z)\alpha(z), \quad (9)$$

где α и β – любые полиномы, для которых Q – шуровский полином.

Формула (9) и тождество $AH_y - BH_u \equiv 1$ дают однозначную связь

$$W = L_\Phi(\Phi) = \frac{A\Phi - \alpha}{B\Phi + \beta}, \quad \Phi = L_\Phi^{-1}(W) = \frac{\alpha + \beta W}{A - BW}, \quad (10)$$

а также выражения $H_y = (B\Phi + \beta)/Q$ и $H_u = (A\Phi - \alpha)/Q$

Введем в рассмотрение два множества функций $\Phi(z)$ со всеми полюсами внутри единичного круга: $\Omega_2^\Phi = L_\Phi^{-1}(\Omega_2)$, $\Omega_\infty^\Phi = L_\Phi^{-1}(\Omega_\infty)$.

Тогда оптимизационные задачи (6) и (7) эквивалентны задачам

$$I_2 = I_2(\Phi) = J_2(L_\Phi(\Phi)) = \|H(\Phi)S_1\|_2^2 \rightarrow \min_{\Phi \in \Omega_2^\Phi}, \quad (11)$$

$$I_\infty = I_\infty(\Phi) = J_\infty(L_\Phi(\Phi)) = \|H(\Phi)\|_\infty^2 \rightarrow \min_{\Phi \in \Omega_\infty^\Phi}, \quad (12)$$

где $H(\Phi)\bar{H}(\Phi) \equiv H_y(\Phi)\bar{H}_y(\Phi) + k^2 H_x(\Phi)\bar{H}_x(\Phi)$.

Здесь и далее черта над дробью означает обращение переменной z .

Нетрудно показать, что функционалы $I_2(\Phi)$ и $I_\infty(\Phi)$, представленные формулами (11) и (12), однозначно преобразуются к виду

$$I_2(\Phi) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \left[|T_1(e^{j\omega}) - T_2(e^{j\omega})\Phi(e^{j\omega})|^2 + k^2 |T_3(e^{j\omega})|^2 \right] S_d(\omega) d\omega, \quad (13)$$

$$I_\infty(\Phi) = \max_{\omega \in [0, \pi]} \left[|T_1(e^{j\omega}) - T_2(e^{j\omega})\Phi(e^{j\omega})|^2 + k^2 |T_3(e^{j\omega})|^2 \right], \quad (14)$$

где T_1 , T_2 и T_3 – рациональные дроби с шуровскими знаменателями

$$T_1 = (k^2 \alpha \bar{A} - \beta \bar{B}) / QG, \quad T_2 = \bar{G} / Q, \quad T_3 = 1/G, \quad (15)$$

причем полином $G(z)$ – шуровский результат факторизации

$$k^2 A\bar{A} + B\bar{B} \equiv G\bar{G}. \quad (16)$$

3. Синтез оптимальных обратных связей

Представление минимизируемого функционала $I_2(\Phi)$ в виде (13) позволяет легко найти оптимальную функцию-параметр $\Phi_{02}(z)$, а затем и передаточную функцию $W_0 = L_\Phi(\Phi_{02})$ оптимальной обратной связи.

Теорема 1. На множестве Ω_2^Φ существует единственная функция $\Phi_{02}(z)$, обеспечивающая минимум функционала $I_2(\Phi)$, причем

$$\Phi_{02} = \frac{(k^2 \alpha \bar{A} - z^{v-m} \beta \bar{B}) S_1 - RQ}{GG\bar{S}_1}, \quad R(z) = \sum_{i=1}^v \frac{\tilde{G}(z)}{z - g_i} \frac{k^2 \bar{A}(g_i) S_1(g_i)}{B(g_i) \tilde{G}'(g_i)}, \quad (17)$$

где g_i ($i = \overline{1, v}$) – простые корни полинома $\tilde{G}(z)$.

Доказательство. После подстановки (15) в (13) имеем:

$$I_2(\Phi) = \left\| \left(\frac{k^2 \alpha \bar{A} - \beta \bar{B}}{QG} - \frac{\bar{G}}{Q} \Phi \right) S_1 \right\|_2^2 + k^2 \left\| \frac{S_1}{G} \right\|_2^2. \quad (18)$$

С учетом тождества $|G(e^{-j\omega}) / G(e^{j\omega})| \equiv 1$ получим

$$\left\| \left(\frac{k^2 \alpha \bar{A} - \beta \bar{B}}{QG} - \frac{\bar{G}}{Q} \Phi \right) S_1 \right\|_2^2 = \|MS_1 - L\Phi S_1\|_2^2, \quad M = \frac{k^2 \alpha \bar{A} - \beta \bar{B}}{QG}, \quad L = \frac{G}{Q}.$$

Разложим $MS_1 \in RL_2$ в сумму ортогональных элементов с помощью теплицева Θ_M и ганкелева Γ_M операторов с индексами M :

$$\|\Theta_M(S_1) + \Gamma_M(S_1) - L\Phi S_1\|_2^2 = \|\Theta_M(S_1) - L\Phi S_1\|_2^2 + \|\Gamma_M(S_1)\|_2^2,$$

поскольку $(\Theta_M(S_1) - L\Phi S_1) \perp \Gamma_M(S_1)$. При этом из сепарации рациональной дроби $M(z)S_1(z)$ имеем

$$M(z)S_1(z) \equiv \frac{k^2 \alpha(z) \tilde{A}(z) - z^{v-m} \beta(z) \tilde{B}(z)}{Q(z) \tilde{G}(z)} \cdot \frac{N(z)}{T(z)} \equiv \frac{M_1(z)}{Q(z)T(z)} + \frac{R(z)}{\tilde{G}(z)}, \quad (19)$$

откуда следует, что $\Theta_M(S_1) = M_1 / QT$, $\Gamma_M(S_1) = R / \tilde{G}$.

Из факторизации (16) находим

$$g_i^{v-m} \tilde{B}(g_i) = -k^2 A(g_i) \tilde{A}(g_i) / B(g_i), \quad i = \overline{1, v},$$

что в соответствии с (19) при учете (9) позволяет получить

$$R(g_i) = k^2 \tilde{A}(g_i) S_1(g_i) / B(g_i), \quad i = \overline{1, v}. \quad (20)$$

Зная числа $R(g_i)$, с помощью интерполяционной формулы Лагранжа находим полином $R(z)$ (17), причем из (19) следует

$$\Theta_M(S_1) = (k^2 \alpha \tilde{A} - z^{v-m} \beta \tilde{B}) S_1 / (Q \tilde{G}) - R / \tilde{G}, \quad \Gamma_M(S_1) = R / \tilde{G}. \quad (21)$$

Обращаясь к (18) $I_2(\Phi) = \|\Theta_M(S_1) - L\Phi S_1\|_2^2 + \|\Gamma_M(S_1)\|_2^2 + k^2 \|S_1 / G\|_2^2$, замечаем, что второе и третье слагаемые не зависят от параметра Φ . Тогда минимум функционала достигается при условии $\Theta_M(S_1) - L\Phi S_1 = 0$, отсюда, с учётом (21), следует (17).

В соответствии с формулой (21) нетрудно показать, что знаменатель $\Phi_{02}(z)$ – шуровский полином. Кроме того, при условии $\Phi = \Phi_{02}$ функционал I_2 принимает конечное значение $I_2(\Phi_{02}) = \|R / G\|_2^2 + k^2 \|S_1 / G\|_2^2$, следовательно $\Phi_{02} \in \Omega_2^\Phi$, что и доказывает теорему. ■

Замечание: знак «~» обозначает обратный полином.

На базе теоремы 1 [5] легко найти решение задачи (8) в виде передаточной функции W_0 оптимального регулятора, а также исследовать ее существенные спектральные особенности. Действительно, подставляя формулу (17) в (10) после выполнения достаточно простых преобразований с учетом (9) и (16) получаем единственным образом

$$W_0(z) = \frac{[A(z)T(z)R(z) + z^{v-m}N(z)\tilde{B}(z)]/\tilde{G}(z)}{[B(z)T(z)R(z) - k^2N(z)\tilde{A}(z)]/\tilde{G}(z)}. \quad (22)$$

С учетом (20) легко видеть, что деление на полином $\tilde{G}(z)$ здесь осуществляется нацело, а выражение $\Delta_0(z) = -N(z)G(z)$ дает характеристический полином замкнутой системы (1), (2) причем минимум функционала определяется формулой $J_{20} = \min_{W \in \Omega_2} J_2(W) = \|R / G\|_2^2 + k^2 \|S_1 / G\|_2^2$.

4. Синтез гарантирующих обратных связей

Теперь рассмотрим задачу H_∞ -оптимизации (7), для решения которой будем искать такую функцию $\Phi(z) \in \Omega_\infty^\Phi$, что

$$I_\infty(\Phi) = \|H(z, \Phi)\|_\infty^2 \leq \gamma, \quad (23)$$

где $\gamma > 0$ – заданное вещественное число. Очевидно, что минимально достижимое γ в (23) определяет решение задачи (7).

Заметим, что в соответствии с (14) задача (23) принимает вид

$$I_\infty(\Phi) = \|H(z, \Phi)\|_\infty^2 = \max_{\omega \in [0, \pi]} \left[|T_1(e^{j\omega}) - T_2(e^{j\omega})\Phi(e^{j\omega})|^2 + k^2 |T_3(e^{j\omega})|^2 \right] \leq \gamma. \quad (24)$$

Для решения задачи (24) введем вспомогательное число I_g :

$$I_g = \max_{\omega \in [0, \pi]} k^2 |T_3(e^{j\omega})|^2 = k^2 \max_{\omega \in [0, \pi]} |1 / G(e^{j\omega})|^2. \quad (25)$$

Будем говорить, что в задаче (24) имеет место регулярная ситуация, если для любых $\Phi(z) \in \Omega_\infty^\Phi$ выполняется условие $I_\infty(\Phi) > I_g$. Если же существуют такие функции $\Phi(z) \in \Omega_\infty^\Phi$, что $I_\infty(\Phi) = I_g$, то ситуацию будем называть вырожденной.

Теорема 2. В регулярной ситуации задача (31) об ограничении нормы обобщённой передаточной функции $H(z, \Phi)$ сводится к задаче о поиске такой функции $\Phi(z) \in \Omega_\infty^\Phi$, чтобы выполнялось условие $\|(T_1 + T_2\Phi)P\|_\infty^2 \leq 1$, где $P(z) \in RH_\infty$ – весовой множитель, однозначно определяемый начальными данными.

Доказательство. Введём обозначение $\gamma = \varepsilon + I_g$, где $\varepsilon > 0$ – такое число,

чтобы нашлись функции $\Phi(z) \in \Omega_\infty^\Phi$, обеспечивающие (31), т.е.

$$|T_1(e^{j\omega}) - T_2(e^{j\omega})\Phi(e^{j\omega})|^2 \leq \gamma - k^2|T_3(e^{j\omega})|^2 \quad \forall \omega \in [0, \pi]. \quad (26)$$

Согласно (25) $\gamma - k^2|T_3(e^{j\omega})|^2 > 0 \quad \forall \omega \in [0, \pi]$, поскольку $\gamma > I_g$. Тогда существует такая дробь $L_\gamma(z)$, что $|L_\gamma(e^{j\omega})|^2 = \gamma - k^2|T_3(e^{j\omega})|^2 \quad \forall \omega \in [0, \pi]$,

$$L_\gamma(z)L_\gamma(z^{-1}) \equiv \gamma - \frac{k^2}{G(z)\bar{G}(z)}, \quad L_\gamma(z) \equiv \frac{R_\gamma(z)}{G(z)}, \quad (27)$$

где шуровский полином R_γ определяется факторизацией

$$R_\gamma(z)\bar{R}_\gamma(z) \equiv \gamma G(z)\bar{G}(z) - k^2. \quad (28)$$

Тогда имеем $|T_1(e^{j\omega}) - T_2(e^{j\omega})\Phi(e^{j\omega})|^2 \leq |R_\gamma(e^{j\omega})/G(e^{j\omega})|^2 \quad \forall \omega \in [0, \pi]$ после подстановки (27) в (26), или $\|T_1 - T_2\Phi\|_\infty^2 \leq 1$, где $P = G(z)/R_\gamma(z)$, что и доказывает теорему. ■

Теорема 3. *Задача о поиске функции $\Phi(z) \in \Omega_\infty^\Phi$, указанной в теореме 3, имеет решение для таких и только для таких величин $\gamma > I_g$, для которых знакоположительна эрмитова матрица $L(\gamma) = \{l_{ij}(\gamma)\}$, построенная для корней g_i полинома $\tilde{G}(z)$:*

$$l_{ij} = (1 - \beta_i\bar{\beta}_j)/(1 - 1/g_i\bar{g}_j), \quad \beta_i = -\bar{B}(g_i)/(A(g_i)R_\gamma(g_i)), \quad i, j = \overline{1, \nu}. \quad (29)$$

Доказательство. Подставляя выражения $P = G(z)/R_\gamma(z)$ и (15) в формулу $Z(z, \gamma, \Phi) = P(z, \gamma)[T_1(z) - T_2(z)\Phi(z)]$, получим

$$Z(z, \gamma, \Phi) = \frac{G(z)}{R_\gamma(z)} \left[\frac{k^2\alpha(z)\bar{A}(z) - \beta(z)\bar{B}(z)}{Q(z)G(z)} - \frac{\bar{G}(z)}{Q(z)}\Phi(z) \right], \quad (30)$$

откуда с учетом $\bar{G}(g_i) = 0$ следует $Z(g_i, \gamma, \Phi) = -\bar{B}(g_i)/[A(g_i)R_\gamma(g_i)]$, поскольку из (16) имеем $k^2\bar{A}(g_i) = -B(g_i)\bar{B}(g_i)/A(g_i)$. Тогда из (29) $\beta_i = Z(g_i)$, $i = \overline{1, \nu}$, причем $|g_i| > 1$, и для функций Φ должно быть

$$\|Z(z)\|_\infty \leq 1, \quad Z(g_i) = \beta_i, \quad i = \overline{1, \nu}, \quad (31)$$

что определяет задачу Неванлинны-Пика [2], причем необходимым и достаточным условием существования её решения является неотрицательная определённость эрмитовой матрицы Пика $L(\gamma)$. ■

Теорема 4. *Пусть $Z(z, \gamma)$ – любое решение задачи (31) Неванлинны-Пика при заданной величине $\gamma > I_g$. Тогда для него существует единственная функция $\Phi = \Phi(z, \gamma) \in \Omega_\infty^\Phi$, определяемая формулой*

$$\Phi(z, \gamma) = \frac{-Z(z, \gamma)Q(z)R_\gamma(z) + k^2\alpha(z)\bar{A}(z) - \beta(z)\bar{B}(z)}{G(z)\bar{G}(z)}, \quad (32)$$

для которой $P(z, \gamma)[T_1(z) + T_2(z)\Phi(z, \gamma)] \equiv Z(z, \gamma)$.

Доказательство. Пусть задано число $\gamma > I_g$, для которого $L(\gamma) \geq 0$, и найдено решение задачи (31). Тогда, в соответствии с (30),

$$\frac{G}{R_\gamma} \left(\frac{k^2\alpha\bar{A} - \beta\bar{B}}{QG} - \frac{\bar{G}}{Q}\Phi(z) \right) = Z, \quad (33)$$

откуда следует формула (32). Нетрудно показать на основании (41), (19) и (10), что числа g_i не входят в состав полюсов Φ , поскольку одновременно являются и нулями этой функции. Согласно (24) имеем

$I_\infty(\Phi(z, \gamma)) = \|H(z, \Phi(z, \gamma))\|_\infty^2 \leq \gamma < \infty$, т.е. $H \in RH_\infty$, и $\Phi(z, \gamma) \in \Omega_\infty^\Phi$. ■

Заметим, что минимальное число $\gamma = \gamma_0 \geq I_g$ для условия (23), легко найти как минимальное решение уравнения $\delta_{\min}(L(\gamma)) = 0$ на интервале $[I_g, \infty)$, где δ_{\min} – минимальное собственное значение матрицы $L(\gamma)$. В силу особенностей задачи (31), при $\gamma = \gamma_0$ она имеет одно решение ([2])

$$Z(z, \gamma_0) = m_1(z) / m_2(z), \quad (34)$$

причем $m_1(z) = \tilde{m}_2(z)$, где $m_2(z)$ – шуровский полином.

Теорема 5. Решением задачи (7) гарантирующего синтеза в регулярной ситуации по отношению к функционалу (4) с учётом (5) является обратная связь (2) с передаточной функцией

$$W_{0\infty}(z) = \frac{W_{\infty 1}(z)}{W_{\infty 2}(z)} = \frac{[A(z)\tilde{m}_2(z)R_\gamma(z)z^\nu + z^{\nu-m}\tilde{B}(z)m_2(z)]/\tilde{G}(z)}{[B(z)\tilde{m}_2(z)R_\gamma(z)z^\nu - k^2\tilde{A}(z)m_2(z)]/\tilde{G}(z)}, \quad (35)$$

где полином m_2 определяется решением (34) задачи (31) при условии $\gamma = \gamma_0$, $R_\gamma(z)$ – шуровский результат факторизации (28), где $\gamma = \gamma_0$.

Доказательство. Пусть найдено число $\gamma = \gamma_0 > I_g$, для которого построим передаточную функцию $W_{0\infty} = L_\Phi(\Phi_0)$:

$$W_{0\infty} = \frac{A\Phi_0 - \alpha}{B\Phi_0 + \beta} = \frac{-Q(AZR_\gamma + \bar{B})/\bar{G}}{-Q(BZR_\gamma - k^2\bar{A})/\bar{G}} \quad (36)$$

с учетом (9) и (16). Вводя обратные полиномы и учитывая (34), приходим к формуле (35). Аналогично доказательству теоремы 1, легко показать, что в ее числителе и знаменателе имеет место делимость на полином $\tilde{G}(z)$, а характеристический полином замкнутой системы представляется выражением $\Delta_{0\infty} \equiv AW_{\infty 2} - BW_{\infty 1} \equiv -m_2G$.

И, наконец, в соответствии с формулой (34), решение задачи (31) является *равномерно пропускающей (all pass)* функцией, поскольку $|Z(e^{j\omega})| = |m_2(e^{-j\omega})| / |m_2(e^{j\omega})| \equiv 1$. Используя формулы (8) и (35) легко показать, что таким же свойством обладает и обобщённая передаточная функция $H_{0\infty}(z)$, для которой $|H_{0\infty}(e^{j\omega})|^2 \equiv \gamma_0$. ■

5. Пример синтеза цифровых систем

Пусть задан дискретный линейный объект с моделью

$$(q^2 + 0.215q - 1.18)y[n] = (q + 0.990)u[n] + d[n], \quad n \in N^1, \quad (37)$$

для которого $A(z) = z^2 + 0.215z - 1.18$, $B(z) = z + 0.990$, $\nu = 2$, $m = 1$. Введем спектральную плотность S_d с единичной H_2 -нормой:

$$S_d(e^{j\omega})|_{e^{j\omega} = z} \equiv S_1(z)S_1(z^{-1}), \quad S_1(z) \equiv N(z)/T(z), \quad (38)$$

где $N(z) = 0.301z + 0.255$ и $T(z) = z^2 + 1.82z + 0.828$ – шуровские полиномы, и будем рассматривать функционал с весами $k \in (0, 2]$:

$$I = I(W) = \langle y^2 \rangle + k^2 \langle u^2 \rangle = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (y^2[n] + k^2 u^2[n]). \quad (39)$$

Решая задачу (6) для значения $k = 0.153$, последовательно получим: $G = -1.05z^2 - 0.964z + 0.0263$, $\tilde{G} = 0.0263z^2 - 0.964z - 1.05$, $\bar{G} = \tilde{G}/z^2$, $g_1 = 37.7$, $g_2 = -1.06$, $R(z) = 0.0133z - 0.509$, $W_{01}(z) = 0.506z^3 + 0.194z^2 - 0.751z - 0.474$, $W_{02}(z) = 0.506z^2 + 0.902z + 0.403$.

Для объекта (37), замкнутого регулятором $u = (W_{01}/W_{02})y$, имеем следующие значения H_2 -норм и минимизируемого функционала:

$$J_y = \|H_y S_1\|_2^2 = 3.41, \quad J_u = \|H_u S_1\|_2^2 = 77.9, \quad J_{20} = \|HS_1\|_2^2 = 5.23. \quad (40)$$

На рис. 1 показана кривая $J_y = F(J_u)$ для оптимальных замкнутых систем при $k \in (0, 2]$, причем точка M_2 соответствует (40).

Для решения задачи (7) при тех же исходных данных с весом $k = 0.153$ используем полученные ранее полиномы G и \tilde{G} с корнями g_1, g_2 . В соответствии с (25) находим $I_g = 6.18$, а решение уравнения $\delta_{\min}(L(\gamma)) = 0$ приводит к гарантии $\gamma_0 = 6.19$.

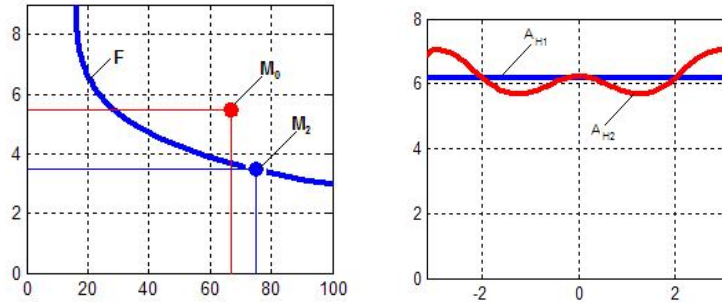


Рис. 1. Кривая $J_y = F(J_u)$. **Рис. 2.** Функции $A_{H1}(\omega)$ и $A_{H2}(\omega)$

После выполнения факторизации (28) при условии $\gamma = \gamma_0$ находим полиномы $R_\gamma(z) = -2.54z^2 - 2.47z + 0.0673$ и $m_2(z) = 11.3z - 0.300$ для решения (34) задачи Неванлинны-Пика (31). Далее по формуле (35) формируем функцию $W_{0\infty}(z) = W_{\infty 1}(z)/W_{\infty 2}(z)$:

$$W_{\infty 1}(z) = 29.1z^5 + 3.64z^4 - 33.3z^3 - 9.91z^2 + 0.286z,$$

$$W_{\infty 2}(z) = 29.1z^4 + 26.2z^3 - 0.892z^2 + 0.257z - 0.00671.$$

Соответствующая частотная характеристика $A_{H1}(\omega) = |H_{0\infty}(e^{j\omega})|^2$ представлена на рис. 2, а величины J_y, J_u для найденного регулятора дают точку M_0 на рис. 1.

Заметим, что полученные передаточные функции не являются правильными дробями, что делает невозможной их непосредственную реализацию. Однако положение может быть исправлено методами, указанными в работе [4]. В частности, в качестве приближения к оптимальной гарантии построена реализуемая передаточная функция $W_g = W_{g1}/W_{g2}$, где $W_{g1} = 2.21z^2 - 0.627z - 2.84$, $W_{g2} = z^2 + 3.39z + 2.39$, с частотной характеристикой $A_{H2}(\omega) = |H(e^{j\omega}, W_g)|^2$ (рис. 2).

6. Заключение

Вопросы оптимизации по нормам пространства Харди H_2 и H_∞ в последние десятилетия находятся в центре особого внимания специалистов, занимающихся цифровыми системами управления и обработки сигналов. Тем не менее, в рамках H -теории продолжают интенсивные исследования по повышению эффективности алгоритмов синтеза и получаемых с их помощью решений.

В данной работе предложен один из вариантов экономичных

алгоритмов расчета оптимальных цифровых систем. Обратим особое внимание на тот факт, что синтез передаточной матрицы $W(z)$ обратной связи, однозначно определяет соответствующий цифровой фильтр, обладающий линейным и стационарным свойством. Его реализация в виде программного кода не вызывает никакого труда и легко автоматизируется. В этом смысле привлечение оптимизационного подхода в рассматриваемом случае можно трактовать как автоматизированное формирование программного обеспечения, реализующего обратные связи в замкнутых цифровых системах.

Литература

1. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. – М.: Наука, 2002. – 303 с.
2. Doyle J., Francis B., Tannenbaum A. Feedback control theory. New York: Macmillan Publ. Co., 1992. – 227 p.
3. Алиев Ф. А., Ларин В. Б., Науменко К. И., Сунцев В. Н. Оптимизация линейных инвариантных во времени систем управления. – К.: Наукова думка, 1978. – 327 с.
4. Веремей Е. И., Петров Ю. П. Метод синтеза оптимальных регуляторов, допускающий техническую реализацию // Математические методы исследования управляемых механических систем. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982. – С. 24 – 31.
5. Веремей Е.И. Алгоритмы решения одного класса задач Н.-оптимизации систем управления // Известия РАН. Теория и системы управления. — 2011. – № 3. – С. 52 – 61.

Вэй Ян Лвин, Щагин А.В.

д-р техн. наук
Национальный исследовательский университет “МИЭТ”,
Москва, Россия
waiyanlwin49@gmail.com

Адаптивная система автоматического управления движением

Во всем мире по мере развития автомобильной промышленности растут плотность транспортных потоков на дорогах и средняя скорость движения автомобилей, что ведет к увеличению числа автомобильных катастроф. Как правило, причина несчастных случаев – недостаточная информированность водителя о ситуации на дороге, чему способствует ограниченная зона оптической видимости, особенно в ночное время суток, в дождь, туман, снег, при дыме, пыли и т.п. Поэтому сегодня ученые должны снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций, а в будущем полностью заменить водителя.

В данной работе рассматривается адаптивная система автоматического управления движением автомобиля, обосновывается выбор её составных частей. В работе предложена структура адаптивной системы автоматического управления движением, проведена разработка функциональной схемы системы управления антенной, проведено моделирование преобразования частоты для решения задач управления шаговым двигателем.

Основу таких информационных систем составляют радиоэлектронные и оптические средства, обеспечивающие обзор и впереди и, сзади и, сбоку автомобиля. В зависимости от сложности и вариантов решения задач разрабатываемые информационные системы для транспортных средств делятся на типы.

Все недостатки, присущие системам такого типа, исключены в системе, которая использует многолучевые датчики и локаторы, работающие с высокой скоростью обзора пространства. Обладая высокой информативностью, она обеспечивает автоматическое управление автомобилем практически в любых дорожных ситуациях и погодных условиях. Система представляет собой качественно новый этап развития радиолокационных систем, предназначенных для применения на наземном транспорте. Здесь объединены достижения в области радиолокации, антенной техники мм-диапазона длин волн, а также программно-аппаратных средств цифровой обработки радиолокационных сигналов. Система радиовидения открывает новый этап в управлении движением транспортных средств в условиях ограниченной оптической видимости и создает предпосылки для создания системы автоматического управления

транспортными средствами. Разработанная система радиовидения предназначена для управления автомобилем в условиях ограниченной оптической видимости, когда движение автомобиля при визуальном контроле либо по данным оптических датчиков затруднено, а порой невозможно. Таким образом, не только повышается безопасность движения автомобиля в условиях ограниченной оптической видимости, но и открываются совершенно новые возможности: управление движением в отсутствии оптической видимости.

Общий принцип построения и работы антенной и приемопередающей частей основан на традиционной схеме импульсной РЛС кругового обзора. Антенна имеет веерообразную диаграмму направленности, т. е. узкую в азимутальной и достаточно широкую в угломестной плоскостях, рис(1).



Рис.1. Компоненты в автомобиле

При вращении такая антенна обеспечивает не только требуемый обзор в вертикальной и горизонтальной плоскостях, но и измерение азимутальных координат объектов локации. Этот образец конструктивно выполнен в виде трех функциональных модулей (рис.2):

- антенного и приемопередающего модуля (АПМ),
- специализированного вычислительного модуля (СВМ),
- индикаторного устройства (ИУ).

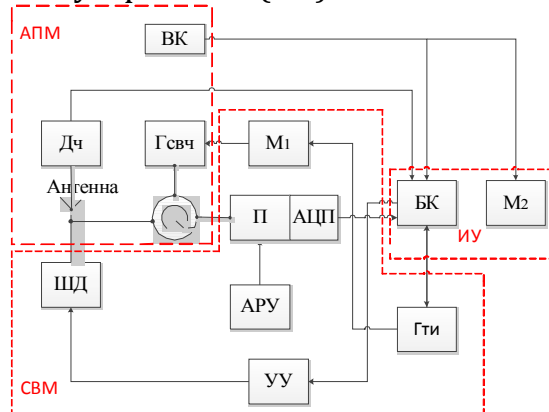


Рис.2 Структура адаптивной системы автоматического управления движением

- ДЧ - датчик
- ШД - шаговый электродвигатель
- ВК - видеокамера
- Гсвч- генератор (сверхвысокая частота)
- М1 - модулятор

АРУ - автоматическая регулировка усиления
УУ - устройство управления (ШД)
П(ацп)- процессор(аналого-цифровой преобразователь)
БК - бортовой компьютер
Гти - генератор тактовых импульсов
М2 - монитор

Приёмопередающий модуль (АПМ) включает в себя датчик, антенну, генератор (сверхвысокой частоты) и видеокамеру.

Специализированный вычислительный модуль (СВМ) состоит из АРУ, процессора, включающего АЦП, модулятора, генератора тактовых импульсов, устройства управления (ШД).

Индикаторное устройство (ИУ) включает в себя монитор и бортовой компьютер. Антенный и приёмопередающий модуль и видеокамера устанавливаются на крыше. Вычислительный и индикаторный модули устанавливаются в автомобиле. Сигналы с видеокамеры поступают на бортовой компьютер и монитор. Бортовой компьютер управляет процессами сбора и преобразования информации и контролирует устройство управления (ШД) вращением антенны. Датчик измеряет угловой шаг антенны и посылает эту информацию бортовому компьютеру. Генератор тактовых импульсов формирует периодическую последовательность импульсов, которые воздействуют на модулятор. Видеоимпульсы последнего модулируют СВЧ-колебания генератора, в результате чего образуются радиоимпульсы, которые поступают в антенну. Отраженные от объектов радиоимпульсы поступают на вход приемника с некоторой задержкой, после чего с помощью АЦП и бортового компьютера преобразуются в двухмерное радиолокационное изображение дорожной ситуации.

Системы подобного класса адекватно решают задачу радиовидения автодороги и могут быть использованы для управления автомобилями в условиях ограничения или полного отсутствия оптической видимости, формируемые радиолокационные изображения дают полное представление об обстановке на трассе. Легковые автомобили устойчиво наблюдаются на дальностях до 100–150 м, а грузовые – до 200–250 м, также хорошо различаются дорожные знаки и ограждения.

Для повышения характеристик проводится его техническое усовершенствование, заключающееся в разработке новой антенны с электронным сканированием, в переходе на 4-мм диапазон длин волн и в применении частотной модуляции. Это повысит разрешающую способность радара до 2 м, предельную дальность - до 500 м. При этом масса СВЧ-модуля снизится до 1 кг, а общая масса – до 2 кг.

Совокупность всех этих технических новшеств позволит создать малогабаритный промышленный образец радиолокационной системы с высокими тактико-техническими характеристиками, обеспечивающими решение задачи управления автомобилем в условиях отсутствия

оптической видимости дорожной обстановки, а также приступить к созданию системы автоматического управления автомобилем.

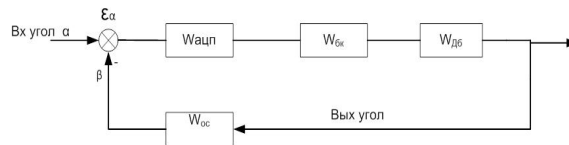


Рис.3 Функциональная схема системы управления антенной

Где $W_{АЦП}$ - передаточная функция аналого-цифрового преобразования; ϵ_{α} - передаточная функция цифрового сравнивающего устройства и рассогласования (отклонения); $W_{БК}$ - передаточная функция блока бортового компьютера; $W_{ДБ}$ - передаточная функция двигателя; $W_{ОС}$ - передаточная функция обратной связи на рисунке.

Задающий угол α сигнала и работающий угол β сигнала сравниваются, $W_{АЦП}$ (аналого-цифровое преобразование) преобразует сигнал, бортовой компьютер получает сигнал и формирует сигнал управления двигателем. По цепи обратной связи передаётся сигнал угла на сравнивающее устройство.

Передаточная функция системы автоматического управления (САУ) с обратной связью(-) может быть представлена выражением:

$$W_{(p)} = \frac{W_{АЦП} * W_{БК} * W_{ДБ}}{(1 + W_{АЦП} W_{БК} W_{ДБ} W_{ОС})}$$

Рассматриваемая адаптивная система автоматического управления движением, обеспечивает возможность изменять параметры в зависимости от воздействий действующих на объект управления. Проведён анализ и моделирование особенностей построения и функционирования адаптивной системы автоматического управления движением от режимов управления антенной. Создан и разработан комплекс математических моделей для оценки скорости вращения антенной. Для определения характеристик системы управления проведено математическое моделирование в пакете MATLAB. Модель имеет два варианта контроллера: один для управления положением, другой для управления скоростью, рис.4 а,в.

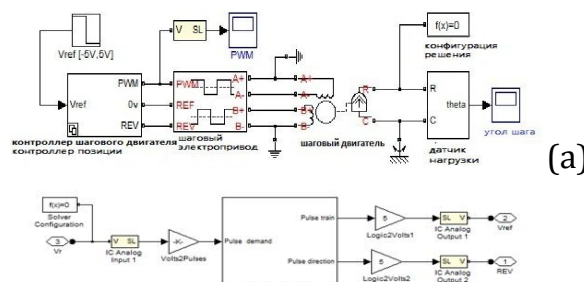


Рис.4.Моделирование управлением ШД на MATLAB(b).

Шаговый двигатель - имеет полный размер шага, равный 1.8 степени. При контроле за положением $V_{ref} = +5V$ соответствует 100 шагам, то есть 180 степеням.. При регулировке скорости $V_{ref} = +5V$ соответствует 100

шагам(180 степеням) в одну секунду. Следовательно, если $V_{ref} = +0.5V$, то за одну секунду вал двигателя пройдет 18 степеней. Если автомобиль постоянно движется со скоростью 30 миль(1609 метров) в час, то за одну секунду он проедет почти 13метров. Что соответствует 180 степеням в секунду. Рабочий диапазон радара от 2м до 500м.

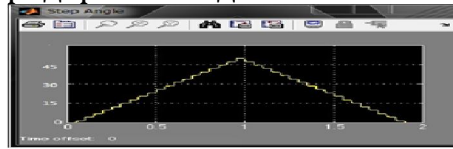


Рис.6 .Результат моделирования углового шага

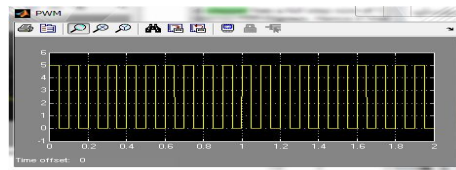


Рис.7. Выходной сигнал широтно-импульсного модулятора

На этом рисунке показаны результаты моделирования углового шага и широтно-импульсного модулятора. Модель на уровне системы удобна для изучения адаптивной системы с шаговым двигателем и определения уменьшится ли угол шага, при данной нагрузке. Она может также использоваться для настройки контроллера ШД с целью улучшения работы.

Таким образом в работе достигнуты следующие результаты. Проведено моделирование работы системы управления ШД в программном пакете MATLAB, позволяющее оценить параметры вращения антенны в зависимости от скорости движения автомобиля.

Литература

1. Савин М.М., Елсуков В.С., Пятина О.Н. Теория автоматического управления. Высшее образование, 2007.
2. Сенигов П.Н. Теория автоматического управления. Конспект лекций. М., 2000.
3. Расторгуев В, Нуждин В., Сидоров Н., Сулимов Ю. Система радиовидения « Авто радар» управление движением автомобиля. Наука, технология, Бизнес 5/2000.
4. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями, под общ. ред . М. Г. Чиликина. М.: Энергия, 1971. Авторы: Б. А. Ивоботенко, В. П. Рубцов, Л. А. Садовский, В. К. Цаценкин, М. Т. Чиликин.
4. Вэй Ян Лвин. Выбор и обоснование составных частей адаптивной системы автоматического управления автомобилем // Микроэлектроника и информатика-тезисы докладов секция-7 (2011г).

Некоторые аспекты структуризации сеансов спутниковой связи

Аннотация

В докладе рассмотрены некоторые аспекты организации систем спутниковой связи, связанные со структуризацией сеансов, как в режиме немедленной ретрансляции сигналов, так и с использованием каналов межспутниковой коммуникации. Предложены алгоритмы составления временной программы сброса информации, а также расписаний сеансов связи наземных станций.

1. Введение

К настоящему времени известно несколько видов систем спутниковой связи, отличающихся, в первую очередь, построением космического сегмента. К ним относятся системы с космическими аппаратами на геостационарной, эллиптических и низких круговых орбитах, каждая из которых имеет много разновидностей.

В настоящее время в России и за рубежом развернуты работы по созданию телекоммуникационных систем, использующих ретрансляторы на низкоорбитальных космических аппаратах с высотой орбит 800-1500 км. Создание спутниковых систем связи на низких орбитах обусловлено:

- перегруженностью геостационарной орбиты, приводящей к значительным ограничениям при создании новых систем по точкам стояния космического аппарата (КА) и параметров каналов ретрансляции;
- возможностью использования эффекта Доплера для определения местоположения объектов;
- практическое использование на линии КА-Земля более низких частот, что обеспечивает возможность работы абонента на обычных всенаправленных антеннах, а также существенное повышение энергетических характеристик радиолинии за счет уменьшения расстояния от приемо-передающей станции до КА.

Отдельные спутники в конкретный момент времени могут обеспечить охват только ограниченных областей. Расчет указанных зон радиовидимости (ЗРВ) районов может быть осуществлен с помощью формул, описанных в работе [1]. Для расширения зоны покрытия, космический сегмент должен содержать множество спутников. Систему спутников называют орбитальной группировкой. В большинстве коммерческих спутниковых систем связи (ССС) космический сегмент

состоит из спутников с одним типом орбит.

Будем считать, что все корреспонденты, обслуживаемые данной ССС, условно разбиты на группы, обладающие определенными сбросовыми адресами. Кроме того, полагаем, что каждый корреспондент имеет заданный приоритет. Возникает задача составления временной программы сброса сообщений корреспондентам с учетом имеющихся ограничений, обусловленных различными техническими причинами.

2. Задача составления программы сброса сообщений

Пусть определено множество

$$\Omega_0 = \{ [t_{nj}^z, t_{kj}^z] \mid j=1,2,\dots,s, t_{nj}^z \leq t_{kj}^z \},$$

где j — условный номер ЗРВ, t_{nj}^z — время начала j -ой ЗРВ, а t_{kj}^z — время ее конца. Для любого номера $j = 1, 2, \dots, s$, считаются заданными точки (время) $t_{0j}^{(m)} \in [t_{nj}^z, t_{kj}^z]$, $m = 1, 2$, которые являются наиболее удобными (оптимальными) точками сброса (ТС) сообщения для соответствующего корреспондента. Указанные точки будем называть опорными.

Назовем сеансом сброса отрезок времени

$$[t_{nj}^c, t_{kj}^c], t_{nj}^c > t_{nj}^z, t_{kj}^c < t_{kj}^z,$$

на котором разрешено назначать точку сброса.

Приоритетность ТС зависит от приоритетности сбросового адреса, от приоритетности корреспондентов и от количества корреспондентов, имеющих на своих сеансах связи единственную опорную точку. Корреспонденты, принадлежащие одному и тому же сбросовому адресу, могут объединяться и обслуживаться одной общей точкой сброса.

Пусть

$$\Omega = \{ [t_{nj}^c, t_{kj}^c] \mid j=1,2,\dots,r, t_{nj}^c \leq t_{kj}^c \},$$

— множество всех сеансов, причем $r \geq s$. Каждой точке сброса с номером i можно поставить в соответствие некоторое положительное число p_i , характеризующее приоритет точки сброса, приоритет соответствующего корреспондента и его сбросового адреса.

Точка t_q , $q \in Q$ называется ориентиром, если существует, по крайней мере, один номер i_q сеанса сброса, при котором $t_q \in [t_{ni_q}^c, t_{ki_q}^c]$.

Ясно, что в общем случае существует не единственный подобный номер i_q .

Пусть I_q — совокупность всех указанных номеров. С каждым ориентиром естественно будут связаны следующие параметры:

- суммарный вес $p_q = \sum_{i \in I_q} p_i$;
- суммарное отклонение данного ориентира от соответствующих опорных точек $u_q = \sum_{i \in I_q} |t_q - t_{0i}|$.

Для каждого q можно выделить некоторый интервал постоянства, в котором указанные параметры не изменяются. В самом деле, таким

интервалом будет служить отрезок $[t_{nq}, t_{kq}]$, где

$$t_{nq} = \max_{i \in I_q} t_{ni}^c, \quad t_{kq} = \min_{i \in I_q} t_{ki}^c.$$

Таким образом, задача составления временной программы сброса сообщений сводится к выбору такого подмножества Q' из множества Q , при котором одновременно будут выполнены следующие условия:

$$\bigcap_{k=1}^L I_{q_k} = \emptyset; \quad (1)$$

$$\sum_{k=1}^L p_{q_k} \rightarrow \max; \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^L u_{q_k} \rightarrow \min; \quad (3)$$

$$t_{q_m} + \Delta t \leq t_{q_{m+1}} \leq t_{q_{m+2}} - \Delta t, \quad m = 1, 2, \dots, L-2, \quad (4)$$

причем число точек сброса L заранее не фиксируется, Δt — минимально допустимое расстояние по времени между точками сброса,

3. Алгоритм составления временной программы

Укажем один из возможных алгоритмов решения поставленной задачи (1) – (4). Сначала заметим, что если $\bigcap_{j=1}^s [t_{nj}^c, t_{kj}^c] = \emptyset$, то ее решение почти тривиально. Предположим, что множество $\bigcup_{j=1}^s [t_{nj}^c, t_{kj}^c]$ является связным, следовательно, не существует такого $i_1 \in \{1, 2, \dots, s\}$, что

$$[t_{ni_1}^c, t_{ki_1}^c] \cap \left\{ \bigcup_{\substack{j=1, s \\ j \neq i_1}} [t_{nj}^c, t_{kj}^c] \right\} = \emptyset.$$

Пусть $t_n = \min_i t_{ni}^c$, $t_k = \max_i t_{ki}^c$. Выберем на интервале $[t_n, t_k]$ максимально возможное число ориентиров, удовлетворяющих условию (4). Каждому ориентиру t_q поставим в соответствие только тот интервал, для которого u_q принимает наименьшее значение. Тем самым, получим указанное выше множество I_q . Для каждого ориентира подсчитываем суммарный вес и определяем интервал постоянства. Заметим, что выбор точки контакта t_{c_1} на одном из них, разбивает $[t_n, t_k]$ на два интервала $[t_n, t_{c_1} - \Delta t]$ и $[t_{c_1} + \Delta t, t_k]$. На каждом из них опять ставится задача выбора точек t_{c_1} и t_{c_2} , что приводит к очередному разбиению каждого из них на два интервала и т. д.

В результате получаем рекурсивную процедуру, с помощью которой находится окончательное решение задачи.

4. Структуризация сеансов связи с межспутниковой маршрутизацией

Новые спутниковые системы способны взаимодействовать, минуя наземную станцию, что позволяет повысить надежность и сократить задержку в передаче данных. В этом случае говорят о ретрансляции с использованием межспутниковых линий связи (МЛС). При этом для каждого космического аппарата обеспечена возможность связи со

спутниками на одной с ним орбите (спереди и сзади), а также с двумя спутниками в соседних орбитальных плоскостях.

Информация о каждом корреспонденте, обеспечиваемом спутниковой связью, содержится в памяти шлюзовой станции (ШС) наземного пункта, к которой приписан данный корреспондент.

При построении плана работы системы связи полагаем, что любой спутник в каждый момент времени находится в зоне действия не более чем одного наземного пункта, а каждая шлюзовая станция «видит» на сеансе только один КА.

Пусть

$$\bar{\Omega}_p^r = \{[\bar{\tau}_{ni}^r, \bar{\tau}_{ki}^r] \mid i = 1, 2, \dots, s, \bar{\tau}_{ni}^r \leq \bar{\tau}_{ki}^r\}$$

— множество сеансов корреспондентов, оставшихся в маршруте на сеансе $[t_n^{pr}, t_k^{pr}]$ шлюзовой станции p -ого наземного пункта ($p = 1, 2, \dots, N$) при взаимодействии с r -ым спутником ($r = 1, 2, \dots, M$). Тогда для любого $i = 1, 2, \dots, s$ выполняется соотношение $[\bar{\tau}_{ni}^r, \bar{\tau}_{ki}^r] \cap [t_n^{pr}, t_k^{pr}] \neq \emptyset$.

Введем в рассмотрение множество

$$\tilde{\Omega}_p^w = \{[\tilde{\tau}_{ni}^w, \tilde{\tau}_{ki}^w] \mid i = 1, 2, \dots, l, \tilde{\tau}_{ni}^w < \tilde{\tau}_{ki}^w\}$$

— множество сеансов корреспондентов, обслуживаемых w -ым спутником ($w \neq r$), причем для любого $i = 1, 2, \dots, l$ и любых допустимых $\alpha \neq p, \beta \neq r$ выполнены условия

$$[\tilde{\tau}_{ni}^w, \tilde{\tau}_{ki}^w] \cap [t_n^{\alpha\beta}, t_k^{\alpha\beta}] = \emptyset$$

и

$$[\tilde{\tau}_{ni}^w, \tilde{\tau}_{ki}^w] \cap [t_n^{pr}, t_k^{pr}] \neq \emptyset.$$

В силу сделанных предположений корреспонденты, соответствующие множеству $\tilde{\Omega}_p^w$, в режиме немедленной ретрансляции (НР) обслужены быть не могут. На сеансе $[t_n^{pr}, t_k^{pr}]$ ШС наземного пункта указанные корреспонденты обеспечиваются связью лишь с использованием МЛС.

НР-группой под номером j с началом в точке $t_n^{(j)}$ и концом в точке $t_k^{(j)}$ называется совокупность из s_j корреспондентов множества $\bar{\Omega}_p^r$, для которых справедливо соотношение

$$[t_n^{(j)}, t_k^{(j)}] \subset [\bar{\tau}_{ni_\alpha}, \bar{\tau}_{ki_\alpha}], \alpha = 1, 2, \dots, s_j,$$

и, кроме того, $t_k^{(j)} - t_n^{(j)} \geq \Delta T_{\text{НР}}$, где $\Delta T_{\text{НР}}$ — минимально допустимая длительность группы немедленной ретрансляции, $\Delta T_{\text{НР}} = \Delta T_{\text{П}} + \Delta t$. Здесь Δt — минимально допустимое время обслуживания одного корреспондента в режиме НР, а $\Delta T_{\text{П}}$ — время, необходимое для подготовки к проведению сеанса немедленной ретрансляции.

Необходимо сформировать не более q НР-групп, содержащих максимально возможное количество корреспондентов, с учетом того, что один корреспондент может входить только в одну группу. Следовательно, необходимо, чтобы

$$\sum_{j \leq q} s_j \rightarrow \max$$

при условии

$$t_k^{(j)} - t_n^{(j)} \geq s_j \Delta \tau + \Delta T_{\Pi}.$$

Кроме НР-групп на сеансе ШС формируется группа корреспондентов, обеспечивающихся с использованием межспутниковых линий связи (МЛС-группа). Длительность этой группы составляет не менее $\Delta T_{\text{МЛС}}$, где $\Delta T_{\text{МЛС}}$ имеет фиксированное значение. Эта группа формируется из корреспондентов множества $\tilde{\Omega}_p^w$.

Если $\Delta T_{\text{МЛС}} \leq t_k^{pr} - t_n^{pr} \leq \Delta T_{\text{МЛС}} + \Delta T_{\text{НР}}$, то НР-группы не формируются, а длительность МЛС-группы полагается равной длительности сеанса ШС берегового пункта, т.е.

$$t_k^{(\text{МЛС})} - t_n^{(\text{МЛС})} = t_k^{pr} - t_n^{pr}.$$

Рассмотрим один из возможных способов построения НР-групп. Разобьем множество $\bar{\Omega}_p^r$ на четыре множества, исходя из взаимного расположения сеанса корреспондента относительно сеанса ШС наземного пункта. Если для некоторого допустимого i справедливы неравенства $\bar{\tau}_{ni}^r < t_n^{pr}$ и $\bar{\tau}_{ki}^r < t_k^{pr}$, то полагаем $\bar{\tau}_{ni}^r = t_n^{pr}$ и включаем его в множество

$$\Omega_1 = \{[\bar{\tau}_{ni}^r, \bar{\tau}_{ki}^r] \mid \bar{\tau}_{ni}^r = t_n^{pr}, \bar{\tau}_{ki}^r \in (t_n^{pr}, t_k^{pr})\}.$$

Если выполнены соотношения $\bar{\tau}_{ni}^r > t_n^{pr}$ и $\bar{\tau}_{ki}^r > t_k^{pr}$, то будем считать, что $\bar{\tau}_{ki}^r = t_k^{pr}$ и включаем такого корреспондента в множество

$$\Omega_2 = \{[\bar{\tau}_{ni}^r, \bar{\tau}_{ki}^r] \mid \bar{\tau}_{ki}^r = t_k^{pr}, \bar{\tau}_{ni}^r \in (t_n^{pr}, t_k^{pr})\}.$$

Если некоторого корреспондента $\bar{\tau}_{ni}^r \leq t_n^{pr}$ и $\bar{\tau}_{ki}^r \geq t_k^{pr}$, то полагаем $\bar{\tau}_{ni}^r = t_n^{pr}$, $\bar{\tau}_{ki}^r = t_k^{pr}$ и, тем самым, включаем его в множество

$$\Omega_3 = \{[\bar{\tau}_{ni}^r, \bar{\tau}_{ki}^r] \mid \bar{\tau}_{ni}^r = t_n^{pr}, \bar{\tau}_{ki}^r = t_k^{pr}\}.$$

Наконец, все оставшиеся корреспонденты из множества $\bar{\Omega}_p^r$ попадут в множество $\Omega_4 = \{[\bar{\tau}_{ni}^r, \bar{\tau}_{ki}^r] \mid \bar{\tau}_{ni}^r \in (t_n^{pr}, t_k^{pr}), \bar{\tau}_{ki}^r \in (t_n^{pr}, t_k^{pr})\}$.

Понятно, что если в Ω_i содержится n_i элементов, $i = \overline{1,4}$, то $n_1 + n_2 + n_3 + n_4 = s$. Кроме того, интервал $[t_n^{pr}, t_k^{pr}]$, соответствующий сеансу ШС p -го берегового пункта, разбивается точками $\bar{\tau}_{ni}^r$ и $\bar{\tau}_{ki}^r$ на совокупность подинтервалов $[\tau_q, \tau_{q+1}]$.

Построение любой НР-группы основывается на том, что группа может располагаться лишь на объединении соседних интервалов

$$\bigcup_{i=i_1}^{i_1+v} [\tau_i, \tau_{i+1}].$$

Поэтому при формировании группы сначала проверяется условие: нельзя ли создать группу на одиночных интервалах, затем на объединениях по два, по три и т.д.

Опишем алгоритм формирования группы на некотором промежуточном этапе, когда исследуется возможность построения группы на объединениях $(v+1)$ интервалов.

Для каждого допустимого i рассматривается интервал $[\tau_i, \tau_{i+v+1}]$ и вычисляется наибольшее целое число $k_g^{(i)}$, для которого выполняется

неравенство $\tau_{i+v+1} - \tau_i \geq k_g^{(i)} \Delta \tau + \Delta T_{\Pi}$. Если величина $k_g^{(i)} < 1$, то на отрезке $[\tau_i, \tau_{i+v+1}]$ НР-группу создать нельзя, а поэтому переходим к следующему интервалу $[\tau_{i+1}, \tau_{i+v+2}]$. Понятно, что $k_g^{(i)}$ общее число корреспондентов, которое может «обслужить» интервал $[\tau_i, \tau_{i+v+1}]$.

Первыми просматриваются элементы множества Ω_1 , так как в нем содержатся наиболее быстро заканчивающиеся сеансы корреспондентов, и для них проверяется условие включения корреспондента в группу. Если окажется, что в результате оказались отобранными $k_g^{(i)}$ корреспондентов, то переходим к построению варианта следующей группы.

Если перебор всех отрезков из указанного множества не позволил отобрать $k_g^{(i)}$ корреспондентов, то последовательно друг за другом рассматриваются элементы множества Ω_4 , затем Ω_3 , и последними — отрезки из множества Ω_2 .

Допустим, что в итоге в первую группу было отобрано $l_g^{(i)}$ корреспондентов. Если $l_g^{(i)} < s$, то в множестве $\bar{\Omega}_p^r$ еще остались «необслуженные» корреспонденты, поэтому переходим к выбору варианта второй группы. Зафиксируем интервал

$$[\tau_i, \tau_i + l_g^{(i)} \Delta \tau + \Delta T_{\Pi}],$$

$l_g^{(i)} \leq k_g^{(i)}$, т.е. устанавливаем длительность первой группы в точности соответствующей числу корреспондентов, приписанных к ней.

Построение второй группы начинается с необходимого отступа от конца первой группы на величину $\Delta \tau_g$. Таким образом, полагаем, что вторая группа может быть создана на интервале

$$[\tau_i + l_g^{(i)} \Delta \tau + \Delta T_{\Pi} + \Delta \tau_g, t_k^{pr}],$$

если его длительность не меньше $\Delta T_{НР}$.

Все корреспонденты, не вошедшие в первую группу, опять разбиваются на четыре множества аналогично тому, как были построены множества Ω_i . Данный интервал разбивается граничными точками временных отрезков, соответствующих указанным корреспондентам, на интервалы $[\theta_i, \theta_{i+1}]$. По-прежнему считаем, что группа может быть сформирована на объединении $(\mu+1)$ соседних интервалов. Если $\mu=0$, то рассматриваются одиночные интервалы, если $\mu=1$, то — объединение по два, $\mu=2$ — по три и т.д. Рассмотрим процесс построения группы более подробно на примере фиксированного значения μ .

Для любого допустимого i определим число $m_g^{(i)}$ корреспондентов, для каждого из которых справедливо соотношение $[\theta_i, \theta_{i+\mu+1}] \subset [\bar{\tau}_{m_\alpha}, \bar{\tau}_{k_{i\alpha}}]$, $\alpha = 1, 2, \dots, m_g^{(i)}$. Пусть $m_g = \max_i m_g^{(i)}$, а $n_g^{(i)}$ — наибольшее целое число, для которого справедливо неравенство

$$\theta_{i+\mu+1} - \theta_i \geq n_g^{(i, \mu)} \Delta \tau + \Delta T_{\Pi}.$$

Очевидно, что $n_g^{(i, \mu)}$ — максимальное число корреспондентов, которых можно «обслужить» на этом интервале. Если $n_g^{(i, \mu)} \geq 1$, то длительность

указанного интервала достаточна для создания на нем группы. Пусть $n_g = \max_{i,\mu} n_g^{(i,\mu)}$. Тогда если выполнено $n_g \geq m_g$, то вариантом второй группы становится интервал, на котором достигнут максимум.

В указанном процессе с увеличением числа объединяемых интервалов величина m_g уменьшается. Величина n_g чаще всего равная нулю на одиночных интервалах, так как их длительность недостаточна для обслуживания всех корреспондентов, «приписанных» к этому отрезку, становится отличной от нуля при объединении соседних интервалов. В таком случае почти всегда существует μ , для которого $m_g = n_g$. Если не найдено такое μ , то в качестве варианта второй группы берется наиболее длинный интервал, которому соответствует число корреспондентов большее, чем он может «обслужить». В этом случае во вторую группу включаем максимально возможное на данном интервале число корреспондентов. На этом заканчивается построение варианта второй группы. Далее вычисляется общее число корреспондентов, включенных в первые две группы, и сравнивается с аналогичным числом, полученным на предыдущих шагах алгоритма, и из них выбирается наибольшее. Таким образом, осуществляем перебор всевозможных вариантов создания двух групп обслуживания корреспондентов, затем трех и т.д.

Рассмотрим теперь процесс формирования МЛС-группы, куда входят корреспонденты из множества $\tilde{\Omega}_p^w$, т.е. корреспонденты которых невозможно обслужить с помощью немедленной ретрансляции. В данном случае используется алгоритм маршрутизации, основанный на периодическом характере изменений в орбитальной группировке. Вся шкала времени делится на интервалы стационарности, определяемые таким образом, что топология меняется только в начале и конце интервалов, оставаясь постоянной до начала следующего интервала. На каждом таком интервале можно решать задачу статической маршрутизации уже известными методами. Результатом ее решения для каждого интервала является соответствующая таблица маршрутизации, которая отправляется спутнику в заголовке данных в соответствующем интервале.

Литература

1. Ермолин В.С. Определение временных параметров зон видимости района. /Тр. Второй Международной конференции «Дифференциальные уравнения и их приложения». Саранск, 1996. С. 71–77.
2. Еремеев В.В., Ермолин В.С. Алгоритмы назначения точек контакта. /Тр. Третьей Международной конференции «Дифференциальные уравнения и их приложения». Саранск, 1998. С. 130–131.
3. Еремеев В.В., Реброва Я.В. Структуризация сеансов космической связи с межспутниковой маршрутизацией. /Тр. XXXVIII научной конференции «Процессы управления и устойчивость». СПб, 2007. С.440–445.

Жабко А.П.,

Санкт-Петербургский госуниверситет, профессор,
zhabko@apmath.spbu.ru

Медведева И.В.

Санкт-Петербургский госуниверситет, аспирантка
medv.irina@gmail.com

Оценка области асимптотической устойчивости решений дифференциально-разностных систем запаздывающего типа

Аннотация

В данной работе предлагается метод оценки области асимптотической устойчивости решения стационарной системы, имеющей экспоненциально устойчивое линейное приближение. В основу положен конструктивный метод построения квадратичного функционала Ляпунова-Красовского для системы линейного приближения.

Введение

Рассмотрим систему стационарных дифференциально-разностных уравнений запаздывающего типа

$$\dot{y}(t) = f(y(t), y(t-h_1), \dots, y(t-h_m)),$$

где $y \in R^n$, $0 = h_0 < h_1 < \dots < h_m = h$ – постоянные запаздывания, векторная функция $f(z_0, \dots, z_m)$ определена, непрерывна и непрерывно дифференцируема в $R^{n \times (m+1)}$. Предположим, что эта система имеет нулевое решение, и линейное приближение в окрестности нулевого решения есть экспоненциально устойчивая система

$$\dot{x}(t) = \sum_{j=0}^m A_j x(t-h_j).$$

Далее в этом сообщении мы будем, опираясь на квадратичные функционалы Ляпунова-Красовского, построенные для системы линейного приближения, оценивать область асимптотической устойчивости нулевого решения исходной системы.

Во втором пункте приводятся предварительные сведения, необходимые при построении квадратичных функционалов для линейных систем. В третьем пункте излагается теоретическое обоснование метода и конструктивный алгоритм проверки положительной определенности построенных функционалов. Четвертый пункт посвящен основному результату доклада, а именно, алгоритму приближения области асимптотической устойчивости. В пятом пункте иллюстрируются возможности предложенного алгоритма на примере оценки критических значений запаздывания для случая системы с одним сосредоточенным запаздыванием.

Обзор результатов для линейных систем

Рассмотрим проблему анализа устойчивости линейных стационарных систем с запаздывающим аргументом вида

$$\dot{x}(t) = \sum_{j=0}^m A_j x(t-h_j), \quad (1)$$

где $x \in R^n$, $A_j \in R^{n \times n}$, $j=0, \dots, m$ – постоянные матрицы; $0=h_0 < h_1 < \dots < h_m=h$ – постоянные запаздывания. Применение второго метода Ляпунова к исследованию этой проблемы предполагает, как известно, построение квадратичного функционала Ляпунова – Красовского, структура которого впервые предложена Н.Н.Красовским и Ю.М.Репиным в работах [1, 2]. Однако вопрос существования и единственности таких функционалов оставался открытым. В статье [3] было введено понятие матрицы Ляпунова и доказано, что, если система (1) экспоненциально устойчива, то существует единственный квадратичный функционал, который имеет вид

$$v(x_t) = x^*(t)U(0)x(t) + 2x^*(t) \sum_{j=1}^m \int_{-h_j}^0 U(-\theta - h_j) A_j x(t+\theta) d\theta + \\ + \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^m \int_{-h_k}^0 x^*(t+\theta_1) A_k^* \left(\int_{-h_j}^0 U(\theta_1 + h_k - \theta_2 - h_j) A_j x(t+\theta_2) d\theta_2 \right) d\theta_1, \quad (2)$$

и производная которого в силу системы (1) совпадает с заданной квадратичной формой

$$w(x(t)) = -x^*(t)Wx(t).$$

Здесь через x_t обозначен сегмент $\{x(\xi) | \xi \in [t-h, t]\}$, а $U(\tau)$ – матрица Ляпунова, ассоциированная с симметрической матрицей W определение матрицы и способ ее вычисления приведены в статье [4]. Отметим, что необходимым и достаточным условием существования матрицы Ляпунова, а значит, и функционала (2), является так называемое *условие Ляпунова* — условие отсутствия у системы (1) двух собственных чисел, сумма которых равна нулю [5]. Это означает, в частности, существование функционала структуры (2) в случае экспоненциальной устойчивости системы (1).

Достаточные условия экспоненциальной устойчивости линейных стационарных систем, предполагающие анализ положительной определенности функционалов Ляпунова – Красовского, предложены в работе [6], однако именно анализ положительной определенности функционала (2) является одной из главных проблем при таком подходе. Более того, в работе [5] показано, что функционал (2) в случае экспоненциальной устойчивости системы (1) допускает лишь кубическую оценку снизу на множестве непрерывных функций. В статье [4] вводятся так называемые функционалы полного типа, производная которых в силу системы зависит, в том числе и от состояния системы в момент с запаздыванием, и такие функционалы допускают квадратичную оценку снизу, однако важной остается проблема конструктивного исследования их положительной определенности.

Предложенный нами в работе [7] конструктивный подход к исследованию экспоненциальной устойчивости системы (1) восходит к

исследованиям Б.С. Разумихина [8]. Идея этого подхода заключается в том, чтобы исследовать положительную определенность функционала (2) не на произвольных непрерывных функциях, а на более узком классе функций, задаваемом множеством

$$S = \{x_t : \|x(t + \sigma)\| \leq \|x(t)\|, \quad \sigma \in [-h, 0]\},$$

что позволяет предложить конструктивный конечный алгоритм исследования экспоненциальной устойчивости исходной системы. Как показано в настоящей работе, этот подход может быть адаптирован и к исследованию неустойчивости, а также применен для нахождения критических значений запаздывания систем рассматриваемого класса.

Теоремы об устойчивости и описание метода

Предлагаемый метод исследования экспоненциальной устойчивости системы (1) основан на следующих необходимом и достаточном условиях экспоненциальной устойчивости, доказанных в работе [7].

Теорема 1. Пусть система (1) экспоненциально устойчива по Ляпунову. Тогда для любой положительно-определенной матрицы существует функционал такой, что

$$1. \left. \frac{dv(x_t)}{dt} \right|_{(1)} = -x^*(t)Wx(t);$$

2. Существует $c_1 > 0$ такое, что $v(x_t) \geq c_1 \|x(t)\|^2$ при $x_t \in S$.

Теорема 2. Пусть существует функционал такой, что

$$1. \left. \frac{dv(x_t)}{dt} \right|_{(1)} = -x^*(t)Wx(t), \text{ где матрица } W \text{ положительно определена};$$

2. $v(x_t) \geq c_1 \|x(t)\|^2$ при $x_t \in S$ при некотором $c_1 > 0$.

Тогда система (1) экспоненциально устойчива по Ляпунову.

Опуская подробности, приведем здесь идею предлагаемого метода применительно к системе с одним запаздыванием вида

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bx(t-h), \quad t \geq t_0, \quad (3)$$

где $A, B \in R^{n \times n}$ – постоянные матрицы, $h \geq 0$. Построить конструктивный метод исследования устойчивости системы (3) позволяет замена множества S в теоремах 1, 2 множеством

$$S_0 = \{x_t : \|x^{(k)}(t + \sigma)\| \leq (\|A\| + \|B\|)^k \|x(t)\|, \\ \sigma \in [-h, 0], \quad k = 0, 1, \dots\},$$

при которой сформулированные теоремы остаются справедливыми.

Разобьем отрезок $[t-h, t]$ на N частей одинаковой длины $\Delta = h/N$ точками $t_j = t - j\Delta, j = \overline{0, N}$ и приблизим вектор-функцию $x_t \in S_0$ на каждом из отрезков $[t_{j+1}, t_j]$ вектором $q_j(t, \theta)$ состоящим из полиномов третьей степени переменной $\theta \in [-\Delta, 0]$, коэффициенты которых определяются из условий

$$q_j(t, 0) = x(t_j), \quad q_j(t, -\Delta) = x(t_{j+1}), \quad q'_j(t, 0) = \dot{x}(t_j), \\ q'_j(t, -\Delta) = \dot{x}(t_{j+1}). \quad (4)$$

Условия (4) гарантируют гладкость сплайна, состоящего из функций $q_j(t, \theta)$ а их количество определяет кубический порядок функций, используемых для приближения $x_i \in S_0$. Подставляя такое приближение как функцию величин, стоящих в правых частях соотношений (4), в функционал (2) вместо $x(t+\theta)$ и оценивая его погрешность с помощью формулы Тейлора и неравенств, определяющих множество S_0 , получим оценку снизу для функционала (2) в виде

$$v(x_t) \geq \bar{v}_3(\bar{x}, h, N, p) = \bar{v}_3^0(\bar{x}, h, N, p) - \bar{\delta}(h, N) \|p\|^2, \quad \bar{\delta}(h, N) > 0. \quad (5)$$

Здесь вектор \bar{x} размерности $n(2N+1)$ представляет собой конкатенацию векторов $\bar{x}^{(i)}$ при увеличении i от 1 до N , а каждый из векторов $\bar{x}^{(i)}$ размерности $2N+1$ может быть записан в виде

$$\bar{x}^{(i)} = (\bar{x}_1^{(i)}, \dots, \bar{x}_{2N+1}^{(i)})^*, \\ \bar{x}_j^{(i)} = x_i(t - j\Delta), j = \overline{1, N}, \bar{x}_{N+j+1}^{(i)} = \dot{x}_i(t - j\Delta), j = \overline{0, N}, i = \overline{1, n}.$$

В оценке (5) также принято обозначение $p = x(t)$, а $\bar{v}_3^0(\bar{x}, h, N, p)$ представляет собой квадратичную форму относительно компонент векторов \bar{x} и p . Формулы, определяющие квадратичную форму $\bar{v}_3(\bar{x}, h, N, p)$ в скалярном случае, приведены в работе [7]. Введем также обозначение

$$\bar{x}_j = (\bar{x}_j^{(1)}, \dots, \bar{x}_j^{(n)})^*, \quad j = \overline{1, 2N+1}.$$

Исследование положительной определенности функционала (2), согласно теореме 2, может быть сведено к поиску такого значения N , при котором положителен минимум квадратичной формы $\bar{v}_3(\bar{x}, h, N, p)$, найденный на множестве

$$\bar{S}_N = \left\{ \bar{x} \left| \begin{array}{l} \dim(\bar{x}) = n(2N+1), \|\bar{x}_j\| \leq \|p\|, j = \overline{1, N}, \\ \|\bar{x}_{N+j+1}\| \leq (\|A\| + \|B\|)\|p\|, j = \overline{0, N} \end{array} \right. \right\}.$$

Отметим, что компоненты вектора $x(t)$ были выделены в оценке (5) в отдельный вектор p для того, чтобы добиться линейности ограничений множества \bar{S}_N . Не умаляя общности, в указанной задаче минимизации можно положить $\|p\|=1$ поэтому, окончательно, достаточным условием экспоненциальной устойчивости системы (3) является существование такого значения при котором функция

$$z(h, N) \stackrel{\text{def}}{=} \min_{\substack{\bar{x} \in \bar{S}_N \\ \|p\|=1}} \bar{v}_3(\bar{x}, h, N, p) = \min_{\substack{\bar{x} \in \bar{S}_N \\ \|p\|=1}} \bar{v}_3^0(\bar{x}, h, N, p) - \bar{\delta}(h, N)$$

положительна при фиксированных параметрах A, B и h системы.

В работе [9] показана сходимость описанного метода в следующем смысле. Фиксируем матрицы A и B системы (3) и предположим, что (\bar{h}_1, \bar{h}_2) — некоторый интервал ее экспоненциальной устойчивости, причем \bar{h}_1, \bar{h}_2 — критические значения запаздывания. Пусть $0 < \bar{h}_1 < \bar{h}_2 < +\infty$. Выберем некоторое значение $\tilde{h} \in (\bar{h}_1, \bar{h}_2)$ и фиксируем \tilde{N} такое, что $z(\tilde{h}, N) > 0$ для любого $N \geq \tilde{N}$. При $N \geq \tilde{N}$ определим числа

$$h_N^{(1)} = \sup_{\substack{h < \bar{h} \\ z(h, N) \leq 0}} h, \quad h_N^{(2)} = \inf_{\substack{h > \bar{h} \\ z(h, N) \leq 0}} h.$$

В силу непрерывности функции $z(h, N)$ в случае экспоненциальной устойчивости системы (3) при заданном N мы получаем интервал $(h_N^{(1)}, h_N^{(2)})$ на котором описанный метод гарантирует экспоненциальную устойчивость системы (3): $z(h, N)$ при $h \in (h_N^{(1)}, h_N^{(2)})$. Ясно, что $(h_N^{(1)}, h_N^{(2)}) \subset (\bar{h}_1, \bar{h}_2)$. Показано [8], что последовательности $\{h_N^{(1)}\}_{N=\bar{N}}^{+\infty}$ и $\{h_N^{(2)}\}_{N=\bar{N}}^{+\infty}$ сходятся к критическим значениям запаздывания:

$$\lim_{N \rightarrow +\infty} h_N^{(1)} = \bar{h}_1, \quad \lim_{N \rightarrow +\infty} h_N^{(2)} = \bar{h}_2.$$

Доказательство сходимости метода опирается на тот факт, что

$$\bar{v}_3(\bar{x}, h, N, p) \xrightarrow{N \rightarrow +\infty} v(x_t)$$

на функциях $x_t \in S_0 \cap \{x_t | x(t) = p, \|p\| = 1\}$ откуда следует, что функция $\bar{\delta}(h, N)$, содержащая члены, отвечающие за оценку погрешности рассмотренного приближения, стремится к нулю при $N \rightarrow +\infty$. Этот факт объясняет, в частности, существование значения \bar{N} . Сходимость метода играет важную роль в его применении, поскольку она означает, что с увеличением N гарантируемый методом интервал экспоненциальной устойчивости системы (3) «изнутри» стремится к точному интервалу ее экспоненциальной устойчивости.

Отметим, что аналогичным образом может быть обоснован конструктивный метод исследования неустойчивости системы (1), опирающийся на теоремы о неустойчивости, сформулированные в работе [7]. Как следует из этих теорем, достаточным условием неустойчивости системы (1) является существование такого значения N , что

$$\tilde{z}(h, N) \stackrel{\text{def}}{=} \min_{\substack{\bar{x} \in S_N \\ \|p\|=1}} \bar{v}_3^0(\bar{x}, h, N, p) + \bar{\delta}(h, N) < 0.$$

Аналогами чисел $h_N^{(1)}$ и $h_N^{(2)}$ при анализе неустойчивости системы (3) будут, таким образом, числа

$$\tilde{h}_N^{(1)} = \sup_{\substack{h < \tilde{h} \\ \tilde{z}(h, N) \geq 0}} h, \quad \tilde{h}_N^{(2)} = \inf_{\substack{h > \tilde{h} \\ \tilde{z}(h, N) \geq 0}} h,$$

где \tilde{h} – произвольная точка промежутка неустойчивости. Значения $\tilde{h}_N^{(1)}$ и $\tilde{h}_N^{(2)}$ определены при $N \geq \tilde{N}$, причем число \tilde{N} таково, что $\tilde{z}(\tilde{h}, N) < 0$ для любого $N \geq \tilde{N}$.

Оценка области асимптотической устойчивости

Снова рассмотрим систему

$$\dot{y}(t) = f(y(t), y(t-h_1), \dots, y(t-h_m)), \quad (6)$$

линейное приближение которой в окрестности нулевого решения описывается экспоненциально устойчивой системой (1). Производную функционала $v(y_t)$, определенного равенством (2), в силу системы (6) представим в виде

$$\begin{aligned} \widehat{w}(y_t) = & -y^*(t)W y(t) \\ & + 2 \left[\sum_{j=1}^m \int_{-h_j}^0 U(-\theta - h_j) A_j y(t + \theta) d\theta + U(0)y(t) \right]^* \\ & \cdot [f(y(t), y(t - h_1), \dots, y(t - h_m)) - \sum_{j=0}^m A_j y(t - h_j)]. \end{aligned}$$

Введем функцию $d(c) = \max_{S_c} \widehat{w}(y_t)$, где

$$S_c = \{y_t : \|y(t + \sigma)\| \leq \|y(t)\| = c, \quad \sigma \in [-h, 0]\}.$$

Функция $d(c)$ определена и непрерывна при $c \geq 0$, $d(0) = 0$ и отрицательна в некоторой окрестности нуля. Поэтому существует положительное число $\hat{c} \leq \infty$ такое, что при $0 < c < \hat{c}$ справедливо неравенство $d(c) < 0$.

Определение. Областью асимптотической устойчивости нулевого решения системы (6) будем называть множество $A \subset \{ \varphi \in C([-h, 0]) \}$ таких векторных функций, для которых выполнено предельное соотношение $y(t, \varphi) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow +\infty$.

Теорема 3. Множество $S_a \cap C([-h, 0])$ содержится в области асимптотической устойчивости A , если для некоторого положительного числа $c < \hat{c}$ выполняется неравенство

$$\max_{\varphi \in S_a} v(\varphi) \leq \min_{\varphi \in S_c} v(\varphi).$$

Замечание. Теорема 3 остается справедливой, если множество заменить множеством

$$D_c = \{y_t : \|y(t + \sigma)\| \leq \|y(t)\| = c, \|\dot{y}(t + \sigma)\| \leq k, \quad \sigma \in [-h, 0]\},$$

в котором

$$k = \max_{S_c} \|f(y(t), y(t - h_1), \dots, y(t - h_m))\|.$$

5. Поиск критических значений запаздывания.

Рассмотрим одно важное применение изложенного метода, которое во многом опирается на его сходимост. Фиксируем матрицы и системы (3), и предположим, что $(\overline{h_1}, \overline{h_2})$ – интервал ее экспоненциальной устойчивости, а $(\overline{h_2}, \overline{h_3})$ – интервал ее неустойчивости (или наоборот), критические значения неизвестны. Описанный выше метод исследования экспоненциальной устойчивости и неустойчивости системы (3) позволяет предложить способ численного поиска критического значения $\overline{h_2}$.

Пусть известны значения $\tilde{h} \in (\overline{h_1}, \overline{h_2})$, $\tilde{\tilde{h}} \in (\overline{h_2}, \overline{h_3})$ и найдены соответствующие им значения \tilde{N} и $\tilde{\tilde{N}}$ такие, что

$$z(\tilde{h}, \tilde{N}) > 0, \quad \tilde{z}(\tilde{\tilde{h}}, \tilde{\tilde{N}}) < 0. \quad (7)$$

Величины $\tilde{h}, \tilde{\tilde{h}}$ могут быть найдены перебором значений N , удовлетворяющих соответственно одному из условий (7), или каким-то другим способом. Зададим некоторую точность $\varepsilon > 0$ и, последовательно увеличивая N , будем строить члены последовательностей $\{h_N^{(2)}\}_{N \geq \tilde{N}}$ и $\{\tilde{h}_N^{(1)}\}_{N \geq \tilde{\tilde{N}}}$ с точностью ε (до сотых, тысячных и т.д.) так, чтобы выполнялись условия

$$z(\tilde{h}, \tilde{N}) > 0, \quad \tilde{z}(\tilde{h}, \tilde{N}) < 0. \quad (7)$$

На n -м шаге будем проверять условие

$$\min_{j=\overline{0,k}} \tilde{h}_{\tilde{N}+j}^{(1)} - \max_{l=\overline{0,k}} h_{\tilde{N}+l}^{(2)} = \varepsilon. \quad (8)$$

Если при некотором k это условие выполняется, то критическое значение \bar{h}_2 найдено с точностью ε между максимумом и минимумом в нем. Поскольку метод сходится, такое k обязательно существует, если только рассматриваемые интервалы экспоненциальной устойчивости и неустойчивости действительно являются соседними. Значит, если при достаточно большом количестве шагов найти значение k при котором выполняется (8), не удалось, можно попробовать применить описанную выше процедуру для других начальных значений \tilde{h} и \tilde{N} . Численные эксперименты подтверждают работоспособность такого метода поиска критических значений запаздывания.

Литература

1. Красовский Н.Н. Об аналитическом конструировании оптимального регулятора в системе с запаздываниями времени // Прикл. математика и механика, 1962. Т. 26, вып. 1. С. 39–51.
2. Репин Ю.М. Квадратичные функционалы Ляпунова для систем с запаздыванием // Прикл. математика и механика, 1965. Т. 29. С. 564–566.
3. Kharitonov V.L., Zhabko A.P. Lyapunov-Krasovskii approach to the robust stability analysis of time-delay system. // IEEE Trans., Automatica, vol 39, 2003, 15–20.
4. Харитонов В.Л. Функционалы Ляпунова с заданной производной // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2005. Вып. 1-2. С. 110–117, 199–207.
5. Huang W. Generalization of Liapunov's theorem in a linear delay systems // J. of Mathematical Analysis and Applications. 1989. Vol. 142. P. 83–94.
6. Красовский Н.Н. О применении второго метода Ляпунова для уравнений с запаздываниями времени // Прикл. математика и механика, 1956. Т. 20. С. 315–327.
7. Жабко А.П., Медведева И.В. Алгебраический подход к анализу устойчивости дифференциально-разностных систем // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 10. 2011. Вып. 1. С. 9–20.
8. Разумихин Б.С. Об устойчивости систем с запаздыванием // Прикл. математика и механика, 1956. Т. 20, вып. 4. С. 500–512.
9. Медведева И.В. О сходимости одного метода анализа устойчивости систем с запаздыванием // Процессы управления и устойчивость: Труды 43-й международной научной конференции аспирантов и студентов / Под ред. А. С. Ерёмкина, Н. В. Смирнова. СПб.: Издат. Дом С.-Петербург. ун-та, 2012. С. 26–31.

Реализация цифровой системы управления трубогибочным станком

В настоящее время большая часть сложного станочного промышленного оборудования снабжается цифровыми системами управления. Использование таких систем позволяет обеспечить не только высокое качество продукции, но и повысить эффективность и безопасность производства. Среди существующих типов трубогибочных станков особое положение занимают станки, работающие по принципу намотки. С их помощью могут быть получены трубы сложной конфигурации, с гибом в нескольких плоскостях. Совместно со специальными контрольно-измерительными комплексами такие станки позволяют достичь наилучшего на текущем уровне развития технологий качества гибки.

Принципиальная схема такого станка приведена на рис. 1. В качестве основных подвижных частей станка выделяются:

- ролик (вал), обозначенный на рис. 1. цифрой 1, является шаблоном, определяющим радиус гибом трубы.
- зажим (2), обеспечивающий фиксацию подвижного участка трубы при гибом в канавке вала
- прижим (3), необходимый для предотвращения смещения трубы в горизонтальной плоскости при гибом
- гибщик (4), обеспечивающий силовое воздействие на трубу при гибом
- каретка (5), реализующая продольное перемещение трубы
- захват(6), фиксирующий неподвижный конец трубы при гибом в заданном положении относительно продольной оси трубы и осуществляющий ее поворот
- дорн (7), используемый для снижения искажений поперечного профиля трубы при гибом.

В зависимости от требований к производительности процесса гибки осуществляется автоматизация как отдельных узлов, так и станка целиком. Несмотря на существующие конструктивные отличия металлообрабатывающих станков, часто они реализуются таким образом, чтобы обеспечить возможность их использования совместно с готовым универсальным решением в виде стойки ЧПУ. Однако в силу специфики принципа работы и широкого диапазона конструкторских решений для основных узлов трубогибочных станков такой подход для них обычно не применяется.

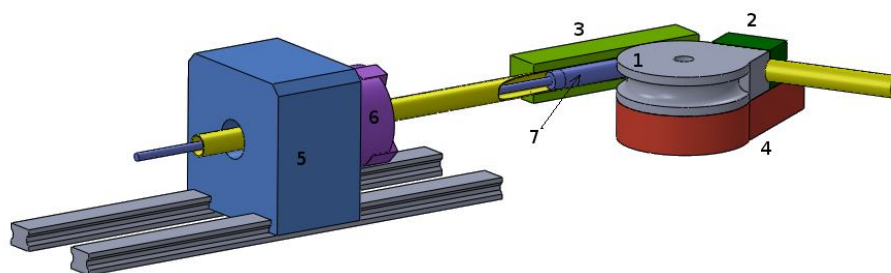


Рис. 1. Конструктивная схема станка

При разработке системы ЧПУ можно выделить следующие основные задачи:

- управление исполнительными механизмами;
- построение человеко-машинного интерфейса;
- интеграция создаваемого оборудования в имеющиеся производственные информационные системы.

Для обеспечения точности перемещений узлов станка используется управление по принципу обратной связи. Контролируемой величиной при этом является положение подвижной части станка, измеряемое с помощью датчика относительно рамы. В качестве управляющего сигнала в большинстве случаев используется уровень напряжения. Для электроприводов, подключенных через преобразователи частоты, этот сигнал позволяет задавать скорость их вращения. Для гидравлических приводов, которые часто находят применение на трубогибочных станках, с помощью уровня напряжения может контролироваться пропускная способность клапанов.

При моделировании процессов управления в мехатронных системах широко применяется абстракция «ось» как совокупность привода, датчика положения и закона управления, обеспечивающих позиционирование отдельного компонента. В качестве стандартного функционала для «оси» можно выделить относительное и абсолютное позиционирование, движение с заданной скоростью, калибровка (поиск нулевого положения), детектирование ошибочных ситуаций. В зависимости от рассматриваемых задач этот набор может быть расширен.

Базовый закон управления «осью» при перемещениях имеет следующую структуру. В соответствии с классическим подходом теории управления рассматривается модель, формирующая некоторое программное движение объекта, относительно которого стабилизируется поведение системы в отклонениях. Управляющий сигнал для «оси» представляет собой сумму программной и стабилизирующей частей. В простейшем случае программное движение и управление формируются как решение задачи оптимального быстрогодействия для перевода из точки в

точку линейной системы второго порядка вида $\ddot{x}=u$ с учетом ограничений на величину управляющего сигнала $|u| \leq u_{\max}$ и максимально допустимое значение скорости перемещения $|\dot{x}| \leq \dot{x}_{\max}$.

Для случаев, когда управляющий сигнал задает скорость изменения регулируемой величины, стабилизация может осуществляться за счет простейшего пропорционального регулятора. В силу интегрирующих свойств такого привода достигается важное свойство астатизма по регулируемой координате.

В отличие от механических способов передачи усилий, для гидравлических приводов в большей степени характерно нелинейное поведение под нагрузкой, что требует применения нетривиальных подходов к построению регуляторов. Одним из возможных способов борьбы с этой особенностью может быть введение в контур управления специальных компенсирующих нелинейных звеньев.

Большая часть перемещений узлов станка при гибке осуществляется последовательно, однако для некоторых специальных режимов может потребоваться их совместная работа. Необходимость координированного управления несколькими «осями» обеспечивается за счет задания программного движения извне зависимой «оси». В простейшем случае реализуются линейные соотношения между заданными положениями ведущей и ведомой «осей».

В соответствии с техническим заданием спецификой данного проекта является возможность задания профиля скорости движения подвижной секции гибщика в виде кусочно-постоянной зависимости от угла поворота. Это позволяет получить больший контроль над процессом гибки. Данный результат также может быть достигнут за счет внешнего способа задания программного движения для «оси» гибщика.

Реализация законов управления таким сложным техническим устройством, как трубогибочный станок, предполагает использование системы реального времени. Необходимость в ней обусловлена требованиями не только к точности позиционирования, но также к надежности и безопасности. Наряду с другими решениями в сфере автоматизации для этих целей широко применяются программируемые логические контроллеры (ПЛК). В качестве их отличительных особенностей можно назвать:

- гарантированный временной интервал выполнения задач, в том числе с возможностью его настройки;
- надежность – предполагается, что контроллер при работе не требует обслуживания;
- широкие возможности программирования – при поддержке средой разработки программного обеспечения для контроллера стандарта МЭК 61131-3 доступно в качестве альтернативы пять языков программирования;

- удобство работы со средствами ввода-вывода – производители предлагают множество блоков расширения, от простейших терминалов цифровых входов и выходов до сложных специализированных модулей, позволяющих подключать несколько «осей», при этом регистры ввода-вывода непосредственно отображаются в память задач и обеспечивается адресация вплоть до отдельных бит.

На сегодняшний день существует множество различных вариантов ПЛК, различающихся не только аппаратной базой, но и функциональными возможностями. В частности, в условиях постоянного взаимодействия оператора и машины привлекательным выглядит совмещение функций ПЛК и РС-совместимого компьютера. Это позволяет получить мощные вычислительные возможности для ПЛК, выполняющего одновременное управление несколькими «осями» и использовать стандартные средства разработки для создания графического интерфейса оператора.

Рабочее место оператора станка с ЧПУ предполагает следующую функциональность:

- предоставление информации о текущем состоянии станка;
- ручное управление основными узлами станка;
- программирование заданий обработки деталей и их выполнение в полуавтоматическом и автоматическом режимах;
- отображение информации об ошибках.

Отсутствие возможности непосредственного подключения средств отображения информации напрямую к ПЛК приводит к необходимости организации информационного обмена между ПЛК и рабочим местом оператора (рис.2). Важным при этом является поддержка этими двумя компонентами стандартизованных интерфейсов и открытых протоколов обмена.

Для трубогибочного станка в качестве исходных данных при создании программы гибки выступает требуемая конфигурация трубы, а также технологическая информация об особенностях применяемого материала заготовки.

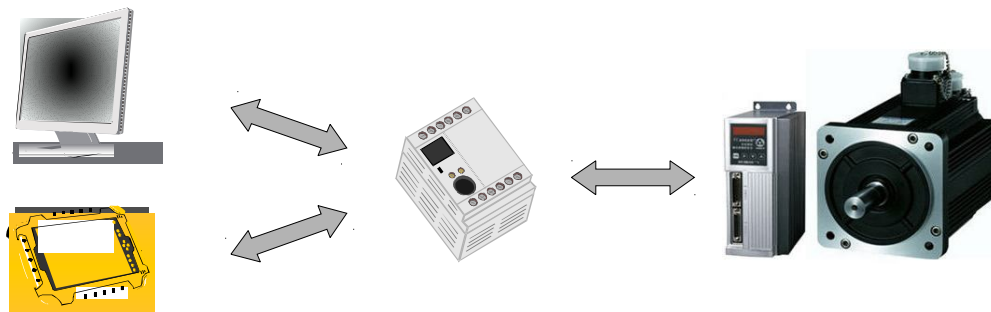


Рис. 2. Применение ПЛК

Существуют несколько возможных способов задания конфигурации

трубы. Наиболее часто используется ее задание в виде ломаной, для которой задается массив точек перегиба. Также встречается более близкий к используемой в станках системе координат вариант - когда задаются перемещение вдоль продольной оси неподвижного участка трубы, угол поворота вокруг этой оси и уголгиба. Первый вариант, как более универсальный, задействуется и при обмене данными с контрольно-измерительными комплексами, позволяющими получить трехмерную модель готовой трубы.

Каждой конфигурации трубы соответствует определенная последовательность действий исполнительных органов станка. Необходимость выполнения этих действий как в ручном, так и в автоматическом режиме приводит к выделению совокупности команд управления отдельными узлами станка. Для «осей» эти команды должны обеспечивать доступ к их стандартной функциональности. Каждый вспомогательный узел станка также характеризуется совокупностью допустимых команд. Как программа гибки, так и действия оператора, выражаемые в выборе тех или иных элементов графического интерфейса пользователя, будут приводить к выполнению определенных последовательностей элементарных команд. Таким образом, одним из основных компонентов программного обеспечения оператора является интерпретатор этих команд. Дополнительную гибкость при настройке ПО оператора обеспечивает возможность описания интерфейсных элементов и их функциональности в виде редактируемых текстовых файлов.

Конфигурация основных параметров «осей» осуществляется при наладке либо ремонте станка и не предполагает участия оператора. Задание параметров режимов гибки, напротив, требует непосредственного участия и знания оператором средств программирования, предоставляемых ПО станка. Кроме этого, возможность использования готовых программ гибки, хранимых в базе данных компьютера оператора, позволяет использовать станок относительно малоквалифицированному персоналу.

Рассмотрение примера практического использования ПЛК в решении конкретных задач управления на взгляд автора рекомендуется в рамках курсов «Цифровые системы реального времени» и «Автоматизированные системы сбора и обработки информации».

Литература

1. Информационная система Beckhoff. Режим доступа: http://infosys.beckhoff.com/index_en.htm (дата обращения 10.09.2012)
2. В.Е. Зюбин Программирование ПЛК: языки МЭК 61131-3 и возможные альтернативы. «Промышленные АСУ и контроллеры». - М.: Научтехлитиздат, №11.-2005.- С.31-35.

Кристаллинский Р.Е.,

Смоленский государственный университет, г. Смоленск
krist1940@rambler.ru

Белоусов В.В.

Институт проблем информатики РАН, г. Москва
vbelousov@ipiran.ru

Опыт решения задач об отыскании оптимального управления для линейных систем с постоянными коэффициентами и приводимым к ним

Аннотация

Рассмотрена задача отыскания оптимального управления средствами системы Mathematica. Решение подобного класса задач часто необходимо в учебных курсах «Дифференциальные уравнения», «Математическое моделирование». Подобные курсы составляют основу учебных планов как математических, так и технических специальностей в различных учебных заведениях. Как правило, примеры, необходимые для иллюстрации и закрепления знаний, требуемых при изучении рассматриваемых методов, сложны. Поэтому авторы курсов используют очень простые примеры. К сожалению, такие примеры не позволяют глубоко проникнуть в суть проблемы. Использование средств компьютерной математики позволяет насытить курс достаточным количеством нетривиальных примеров, что положительно сказывается на результатах обучения.

Пусть система, описывающая поведение объекта управления, имеет вид

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad (1)$$

где A, B – матрицы размера $(n \times n), (n \times q)$ соответственно, на управление ограничений не наложено, $u \in U = R^q; t \in T = [t_0, t_1]$ – интервал времени функционирования системы, моменты начала процесса t_0 и окончания процесса t_1 заданы, правый конец траектории $x(t_1)$ – свободен.

Начальное условие $x(t_0) = x_0 \in R^n$ задано и определяет начальное состояние.

Пусть функционал управления имеет следующий вид

$$F = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} [x^T(t) S x(t) + u(t)^T Q u(t)] dt + \frac{1}{2} [x^T(t_1) H x(t_1)]. \quad (2)$$

Здесь S и H – неотрицательно определённые симметрические матрицы размера $(n \times n)$, а Q – положительно определённая

симметрическая матрица размера $(n \times q)$.

Требуется найти пару $d^* = (x^*(.), u^*(.))$, на которой достигается минимум функционала (2).

В работе [1] предлагается следующий алгоритм решения рассматриваемой задачи.

Рассматривается система дифференциальных уравнений следующего вида

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= Ax(t) + BQ^{-1}B^T y(t), \\ \dot{y}(t) &= -Ay(t) + Sx(t). \end{aligned} \quad (3)$$

Находится решение приведенной системы дифференциальных уравнений, удовлетворяющее краевым условиям

$$x(t_0) = x_0, y(t_1) = -Hx(t_1). \quad (4)$$

Тогда оптимальное управление находится следующим образом

$$u^*(t) = Q^{-1}B^T y(t). \quad (5)$$

В имеющейся литературе решение рассматриваемой задачи приводятся только для очень простых случаев. Например, в [1] рассматривается только случай, когда $x(t)$ и $u(t)$ – векторы.

Более общее решение рассматриваемой задачи можно получить, используя систему компьютерной математики, способную производить достаточно сложные символьные вычисления. На наш взгляд для этой цели более всего подходит система Mathematica.

Приведём соответствующую программу вычислений.

Вводим размерность матрицы A .

$n = 4$;

Вводим матрицу A .

```
A = ( {  
  {1.3, 0.27, 0.35, 0.11},  
  {0.38, 1.7, 0.24, 0.23},  
  {0.8, 0.26, 1.4, 0.32},  
  {0.41, 0.29, 0.15, 2.1}  
});
```

Вводим размерность матрицы B .

$n = 4$; $m = 3$;

Вводим матрицу B .

```
B = ( {  
  {2.4, 3.8, 1.5},  
  {1.9, 2.6, 5.3},  
  {4.8, 3.7, 6.1},  
  {1.9, 2.5, 3.6}  
});
```


Вводим размерность матрицы S .

$n = 4$;

Вводим матрицу S .

```
S = ( {  
  {1.2, 0.18, 0.23, 0.6},  
  {0.18, 2.1, 0.27, 0.31},  
  {0.23, 0.27, 1.5, 0.24},  
  {0.6, 0.31, 0.24, 1.1}  
});
```

Находим собственные числа матрицы S .

Eigenvalues[S]

Все собственные числа матрицы S положительны. Матрица S является положительно определённой.

Вводим размерность матрицы Q .

$n = 3$;

Вводим матрицу Q .

```
Q = ( {  
  {2.8, 1.2, 0.89},  
  {1.2, 3.4, 2.1},  
  {0.89, 2.1, 4.7}  
});
```

Находим собственные числа матрицы Q .

Eigenvalues[Q]

{6.76768, 2.53236, 1.59996}

Матрица Q является положительно определённой.

Вводим размерность матрицы H .

$n = 4$;

Вводим матрицу H .

```
H = ( {  
  {4.3, 2.1, 1.4, 1.7},  
  {2.1, 3.6, 1.8, 0.95},  
  {1.4, 1.8, 2.8, 1.5},  
  {1.7, 0.95, 1.5, 2.9}  
});
```

Находим собственные числа матрицы H .

Eigenvalues[H]

Матрица H является положительно определённой.

Находим коэффициенты системы уравнений (3).

$X = \text{Table}[x_i, \{i, 1, 4\}]$;

$Y = \text{Table}[y_i, \{i, 1, 4\}]$;

$Z = \text{Join}[X, Y]$;

$U1 = A.X + B.\text{Inverse}[Q].\text{Transpose}[B].Y$;

$U2 = A.Y + S.X$;

```

U = Join[U1,U2];
Находим матрицу коэффициентов системы дифференциальных
уравнений (3)
W = Table[Coefficient[U[[i]],Z[[j]]],{i,1,8},{j,1,8}];
Находим общее решение системы дифференциальных уравнений (3).
C1 = Table[c,{i,1,8}];
Z1[t_] = MatrixExp[W t].C1;
Z1[t_] = ComplexExpand[Z1[t]]/.I*0;
X1[t_] = Table[Z1[t][[i]],{i,1,4}];
Y1[t_] = Table[Z1[t][[i]],{i,5,8}];
Находим оптимальное управление.
XX0 = {0.1,0.3,0.2,0.7};
t0 = 0.1;
XX1 = {0.5,0.8,0.7,0.9};YY1 = -H.XX1;
t1 = 0.8;
T1 = Table[X1[t0][[i]] == XX0[[i]],{i,1,4}];
T2 = Table[Y1[t1][[i]] == YY1[[i]],{i,1,4}];
T = Join[T1,T2];
R = Solve[T,C1]
Y1[t_] = Y1[t]/.R[[1]];
u[t_] = Inverse[Q].Transpose[B].Y1[t];
Находим траекторию системы, соответствующую этому управлению.
u1[t_] = Expand[B.u[t]];
Clear[X]
A1 = MatrixExp[A t].Inverse[MatrixExp[A t0]];
A2 = Chop[MatrixExp[At0 ∫0t MatrixExp[- Aτ]ul[τ]dτ ];
A3 = Chop[MatrixExp[At0 ∫0t0 MatrixExp[- Aτ]ul[τ]dτ ],;
X[t_] = Expand[A1.(XX0+A2-A3)];
X[t_] = Chop[X[t]];

```

Предложенная программа позволяет решать задачу поиска оптимального управления в более сложных, чем рассматривалось ранее случаях. Предложенный подход позволяет повысить эффективность обучения решению сложных задач математического моделирования.

В работе [2] рассмотрены примеры решения задач анализа и фильтрации процессов в линейных эредитарных стохастических системах, приводимых к стохастическим дифференциальным уравнениям.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-07-00021) и программы ОНИТ РАН "Интеллектуальные информационные технологии, системный

анализ и автоматизация" (проект 1.7).

Литература

1. Иванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление. М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 2001.
2. Сеницын И.Н., Сеницын В.И., Корепанов Э.Р., Белоусов В.В., Сергеев И.В., Басилашвили Д.А. Опыт моделирования эредитарных стохастических систем // Сборник докладов XIII Международной научно-технической конференции «Кибернетика и высокие технологии XXI ве-ка» (С&Т 2012). Воронеж: НПФ «Саквоее» ООО, 2012. Т.2. С. 346-357.

Медведев М.С.

Институт космических и информационных технологий СФУ
г.Красноярск, доцент
aipracs@mail.ru

Алгоритм фонемной сегментации в модуле обучения системы распознавания речи

Аннотация

Рассматривается применение алгоритма фонемной сегментации речевого сигнала на основе вейвлет-преобразования с целью автоматизации процесса обучения системы распознавания речи. Проводится анализ результатов работы реализованного модуля в составе системы преобразования речи в текст.

Одним из важных этапов в работе системы распознавания речи является ее предварительное обучение. Данный процесс предполагает формирование базы данных признаков для определенных сегментов речевого сигнала. В качестве единиц распознавания могут быть использованы фонологические единицы: аллофоны, фонемы, дифоны, слоги, слова или некоторые их сочетания. Задача ручного выделения диктором таких сегментов из потока слитной речи требует значительных затрат времени и подвержена ошибкам. Кроме того, практически невозможно воспроизвести результаты ручной сегментации вследствие изменчивости человеческого зрительного и слухового восприятия. Автоматическая сегментация не безошибочна, однако она непротиворечива по своей сути, и её результаты воспроизводимы. В случае возникновения ошибок результат автоматической сегментации может корректироваться диктором. Точность сегментации в значительной степени определяет надежность автоматического распознавания речи

Целью внедрения алгоритма автоматической сегментации в модуль обучения является повышение эффективности работы системы распознавания речи, за счет сокращения времени обучения и уменьшения количества ошибок.

При построении системы «Речь-текст» в качестве распознаваемых единиц использовались фонемы. Преимущество фонемного подхода связано с использованием наименьшего числа отличительных фонологических классов, которые должны быть распознаны.

Рассмотрим алгоритм обучения на примере работы системы «Речь-текст» [1]. Структурная схема приложения приведена на рисунке 1.

На вход модуля обучения поступает речевой сигнал, который оцифровывается с определенной частотой дискретизации и разрядностью преобразования, эти параметры выбираются опционально перед началом

записи речи. С помощью алгоритма выделения слов, система разбивает речевой поток на отдельные изолированные участки.

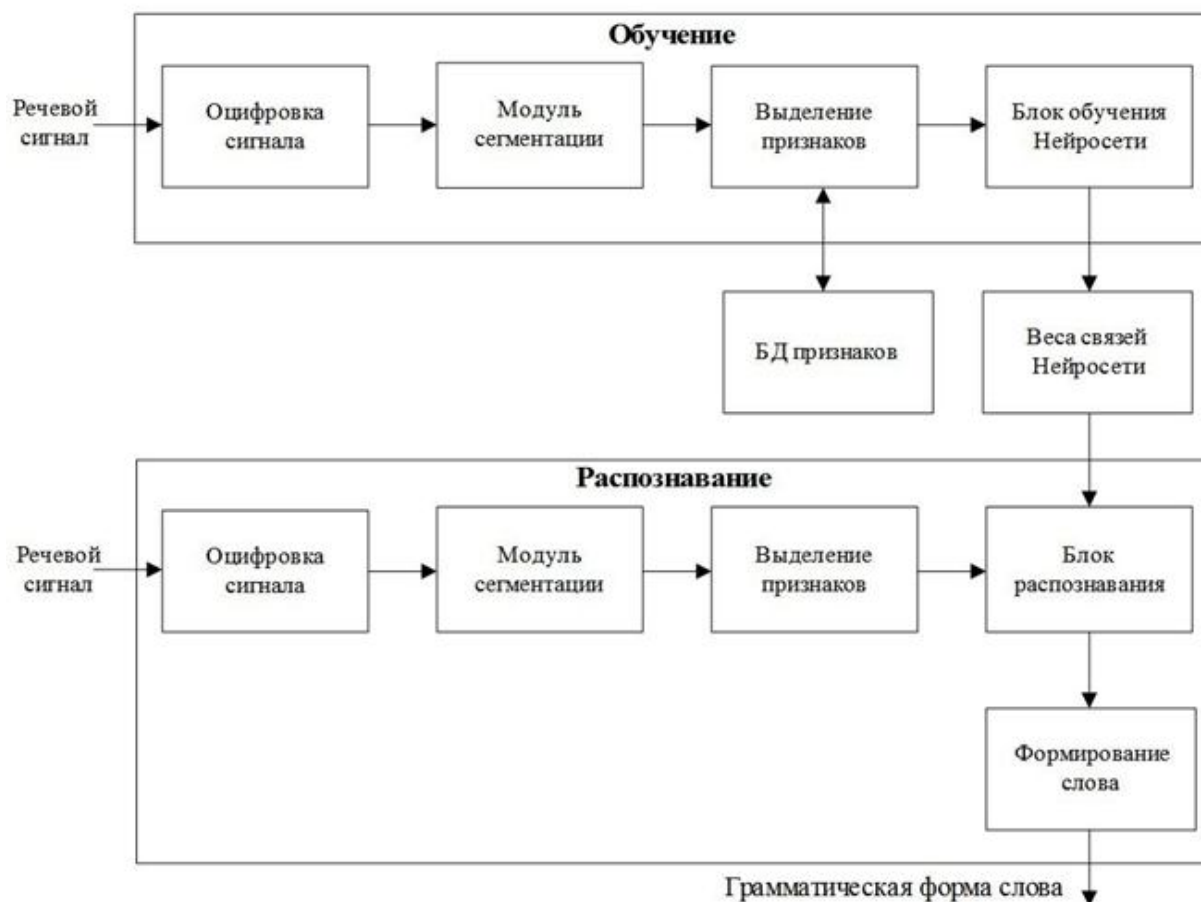


Рис. 1. Структурная схема системы «Речь-текст»

В процессе обучения диктор вручную определяет границы фонемы в звуковом сигнале посредством графического режима выделения. После чего для каждого выделенного сигнала фонемы на основе метода кратномасштабного вейвлет-преобразования вычисляются признаки, которые заносятся в базу данных и в дальнейшем будут использоваться в качестве обучающей выборки для нейронной сети. Применение алгоритма автоматической сегментации на этапе формирования базы признаков фонем существенно ускорит и упростит процесс обучения системы, практически исключая ручную работу, а также предоставит дополнительную информацию о количестве фонем в изолированном слове во время работы системы в режиме распознавания.

Важнейшим этапом анализа речевого сигнала является выделение его информативных признаков, которые могли бы однозначно его характеризовать. Существует набор математических методов, анализирующих речевой спектр. Вейвлет-преобразование одномерного сигнала – это его представление, сконструированное из материнского вейвлета, обладающего определенными свойствами за счет операций

сдвига во времени и изменения временного масштаба [2]. Идея состоит в представлении сигнала последовательностью образов с разной степенью детализации, что позволяет выявлять его локальные особенности и классифицировать их по интенсивности.

При исследовании сигналов полезно их представление в виде совокупности последовательных приближений грубой (аппроксимирующей) и уточненной (детализирующей) составляющих с последующим их уточнением итерационным методом. Каждый шаг уточнения соответствует определенному масштабу анализа (уровню декомпозиции). Такое представление каждой составляющей сигнала вейвлетами можно рассматривать как во временной, так и в частотной областях.

Вейвлет-коэффициенты аппроксимации соответствуют передаточной характеристике фильтра низких частот, а детализации — высокочастотному фильтру, можно рассматривать поведение речевого сигнала в различных частотных диапазонах. Частоты ниже 125 Гц не исследуются, т.к. не содержат информации, важной для задачи сегментации. Это обусловлено природой человеческой речи, охватывающей интервал 150 – 4000 Гц. Таким образом, достаточно шести уровней разложения. Вейвлет-разложение речевого сигнала на шесть уровней детализации представлено на рисунке 2.

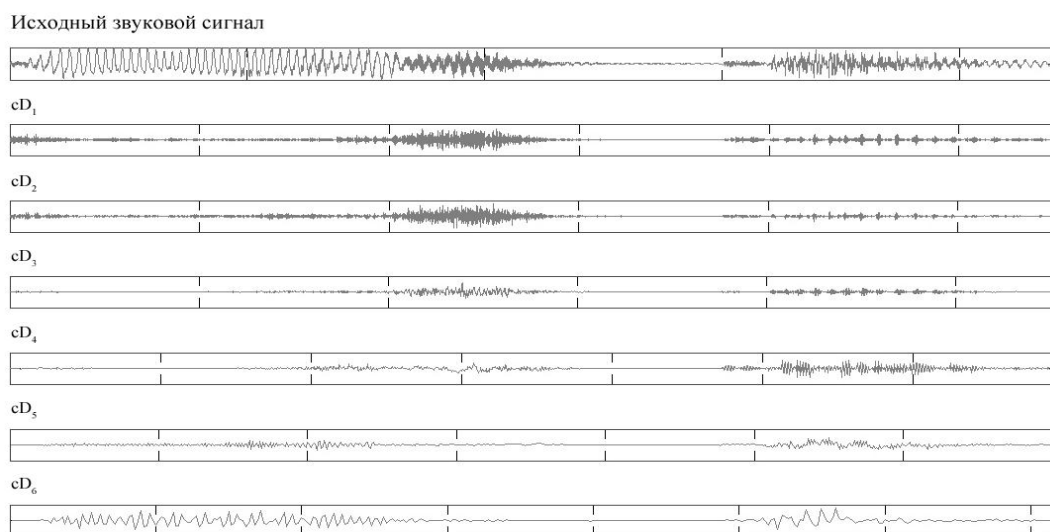


Рис. 2. Детализирующие коэффициенты шести уровней декомпозиции

Сигнал разбивается на окна или фреймы. Количество окон определяется из отношения количества отсчетов исходного сигнала и выбранного размера окна достаточного для обнаружения границ межфонемного перехода. Размер окна для исходного сигнала – 512 отсчетов или 20 мс. Однако с изменением частоты дискретизации сигнала, размер окна для исходного сигнала может увеличиваться.

С увеличением уровня декомпозиции размер окна сокращается в 2 раза, это связано с уменьшением количества детализирующих

коэффициентов на последующих уровнях.

Для дальнейшего определения предполагаемых границ между окнами производится вычисление средней энергии вейвлет-коэффициентов в пределах определенного окна необходимо. Для каждого уровня строится числовая последовательность:

$$E_{j,k} = 10 \lg \sum_{k=0}^{L_j-1} d_{j,k}^2,$$

где d – детализирующие коэффициенты; k – номер вейвлет-коэффициента.

Для определения предполагаемых границ между соседними окнами текущего уровня детализации используется следующее неравенство:

$$|E_{j,i+1} - E_{j,i}| > \eta,$$

где η – порог энергии вейвлет коэффициентов, который определяется экспериментально.

Количество найденных границ между окнами суммируется и усредняется по количеству уровней декомпозиции. Если сумма превышает заданный пороговый коэффициент g , изменяющийся в пределах $(0; 1)$, то отмечается межфонемный переход.

В зависимости от порогового коэффициента изменяется чувствительность обнаружения границ между фонемами.

Для программной реализации модуля сегментации, использовалась система Matlab. Были разработаны следующие функции:

- Автоматическая сегментация речевых потоков;
- Предварительная обработка звукового сигнала;
- Изменение параметров сегментации;
- Редактирование результатов автоматической сегментации (удаление, перемещение границ) в ручном режиме;
- Прослушивание сегмента непосредственно при редактировании;
- Формирование списка фонем.

Алгоритм данного модуля сегментации включает в себя два коэффициента, которые определяют варианты расстановки границ сегментации: коэффициент чувствительности распознавания и коэффициент, реагирующий на быстроту изменения энергии вейвлет-показателей. Оба коэффициента находятся опытным путем.

До декомпозиции сигнала или вейвлет-анализа, необходимо выполнить предварительную обработку речевого сигнала, которая предполагает нормализацию сигнала и очистку от шума.

Нормализация сигнала позволяет уменьшить погрешности распознавания, связанные с тем, что диктор может произносить слова с разным уровнем громкости. В данном модуле использована пиковая нормализация. Если входной звуковой сигнал имеет слишком малый уровень громкости, то после нормализации может появиться шум, поэтому предусмотрена процедура шумоподавления, применяющаяся также в

случае, если исходный речевой сигнал содержит различного рода шумы. Для очистки сигналов от шума используется быстрое вейвлет-преобразование (БВП).

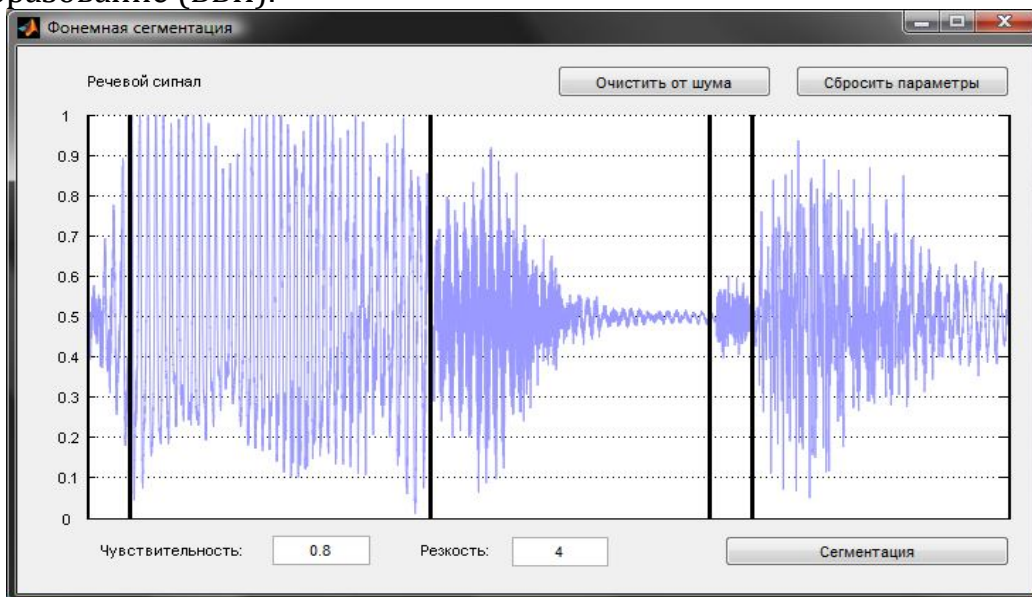


Рис. 3. Интерфейс модуля сегментации

На рисунке 3 представлен модуль сегментации в рабочем состоянии. Вертикальные линии, разделяющие исходный звуковой сигнал, отображают результат автоматической сегментации. В случае возникновения ошибок, пользователь имеет возможность переопределить предполагаемые границы и проверить результат. Доступны функции удаления границ, а также изменения таких параметров сегментации, как чувствительность и резкость. При нажатии кнопки «Сегментация» список фонем будет отображаться в главном окне системы «Речь-текст». После этого диктор должен сформировать выборку и обучить систему.

Для проведения экспериментальных исследований были записаны случайные слова, которые прошли предварительную обработку и автоматическую сегментацию.

Анализ результатов сегментации позволил сделать следующие выводы относительно алгоритма в целом:

- Взрывные согласные, стоящие перед гласными, делятся на два сегмента, соответствующие паузе и взрыву
- Переход от гласных к шипящим выделяется в отдельный сегмент
- Хорошо выделяются согласные твердые
- Плохо выделяются согласные мягкие
- Не выделяются согласные между двух гласных
- Появляется достаточно большое количество лишних границ при разделении согласных, реже – гласных
- Разделение рядом стоящих гласных происходит при минимальном пороговом коэффициенте, другими словами при большей

чувствительности, однако это создает лишние границы

- Границы слова, как правило, определяются правильно
- Границы согласных, как правило, определяются верно, однако между границами согласных появляются дополнительные границы;
- Автоматизированная сегментация занимает значительно меньшее время диктора, чем время затрачиваемое только на ручную сегментацию (приблизительно на 70%)

Анализ результатов показал, что требуются дополнительные исследования, связанные с определением границ фонем, в частности добавление к разработанному алгоритму, новых информативных признаков, предварительно изучив их характеристики на участках перехода между фонемами.

Основными проблемами данного алгоритма сегментации являются:

- появление лишних границ-переходов
- низкая чувствительность к переходам между гласными

Возможный способ решения данных проблем заключается в усреднении энергии рядом стоящих фреймов, а также возможностью опционально выбирать размер окна исходного сигнала. В случаях когда рядом находятся два гласных звука возможно применение формантного анализа.

Внедрение алгоритма фонемной сегментации в модуль обучения системы «Речь-текст» позволило сократить время формирования обучающей выборки на 70% по сравнению с ручным режимом работы.

Литература

1. Кирякова, Г. С. Вероятностно-сетевая модель преобразования речи в текст. / Г. С. Кирякова, М. С. Медведев; Красн. гос. техн. ун-т. Красноярск, 2005. 9 с. Деп. в ВИНТИ 11.10.05, № 1300- В2005.

2. Вейвлет-анализ. Основы теории: пер. с нем. : учеб. пособие по спец. 01.02 "Прикл. математика": рекоменд. УМО в обл. электроники и прикл. математики. Блаттер, Кристиан. Б.м., 2006. 271с.: ил.

3. Медведев М. С. Интеллектуальный комплекс для исследования речевого сигнала. / М. С. Медведев, Г. С. Кирякова, А. С. Ли; Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе '09: материалы XXXVI Международн. конференц. молодых ученых. Ялта-Гурзуф, 2009.

Оптимизация управления подвижными объектами с ограниченными внешними возмущениями

Введение

В большинстве задач, рассматриваемых в литературе (в частности, [1 – 4, 6]), возмущения либо отсутствуют, либо задаются в конкретном виде, к примеру, считаются неограниченно убывающими с течением времени. В данной работе рассматривается задача о динамической компенсации (подавлении) внешнего возмущения, о котором отсутствует какая-либо информация, за исключением факта его ограниченности, с заданием меры ограничения. В такой ситуации требуется выбрать закон управления, который давал бы наилучший возможный результат по качеству динамики для наихудшего варианта ограниченного возмущения.

Важным показателем качества управления является длительность переходного процесса, которая напрямую связана со степенью устойчивости рассматриваемой системы: чем ближе степень устойчивости к нулю, тем медленнее завершается переходный процесс.

Цель данной работы заключается в построении закона автоматического управления движением морского судна, обеспечивающего наименьшее отклонение судна по курсу при воздействии на него ограниченных внешних возмущений и желаемую степень устойчивости линейной замкнутой системы.

Математическая формулировка задачи

Рассмотрим линейную стационарную систему

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu + Hd(t), \\ y &= Cx, \end{aligned} \quad (1)$$

где $x(t) \in R^n$ – вектор состояния системы, $y(t) \in R^m$ – выход системы, $u \in R^r$ – управляющее воздействие, $d(t) \in R^l$ – ограниченное внешнее возмущение, удовлетворяющее условию:

$$\|d(t)\|_{\infty} \leq 1, \quad 0 \leq t < \infty. \quad (2)$$

Будем искать управление в форме линейной обратной связи по состоянию

$$u = Kx \quad (3)$$

Матрица усиления K подлежит определению.

Обозначим через α_p – требуемую степень устойчивости характеристического полинома матрицы линейной замкнутой системы, а через $\alpha = \alpha(K)$ – фактическую.

Требуется найти такой закон автоматического управления движением вида (3), который будет компенсировать ограниченные

внешние воздействия, обеспечивая заданное ограничение выхода и желаемую степень устойчивости характеристического полинома замкнутой системы.

С учетом введенных обозначений сформулированная задача примет следующий вид: необходимо найти матрицу коэффициентов K регулятора $u = Kx$ такую, что

$$\|y(t, K)\|_{\infty} \leq \mu \text{ и } \alpha(K) \geq \alpha_p. \quad (4)$$

Методы и алгоритмы решения

В качестве базового подхода предлагается использовать метод компенсации ограниченных внешних возмущений, предложенный в [5], который основан на применении инвариантных эллипсоидов.

Определение. Эллипсоид с центром в начале координат

$$\varepsilon_x = \left\{ x \in R^n : x^T P^{-1} x \leq 1 \right\}, \quad P > 0$$

называется **инвариантным** по переменной x (по состоянию) для динамической системы (1), (2), если из условия $x(0) \in \varepsilon_x$ следует $x(t) \in \varepsilon_x$ для всех моментов времени $t \geq 0$. Матрицу P будем называть матрицей эллипсоида ε_x .

Замечание. В определении и далее по тексту факт положительной определенности матрицы будем обозначать как $P > 0$.

Другими словами, любая траектория системы $x(t)$, исходящая из эллипсоида ε_x , в каждый последующий момент времени принадлежит ε_x .

Аналогичным образом определяется инвариантный эллипсоид по выходу системы y :

$$\varepsilon_y = \left\{ y \in R^m : y^T (CPC^T)^{-1} y \leq 1 \right\}$$

где $P > 0$ – матрица эллипсоида ε_x .

Множество инвариантных эллипсоидов по выходу y позволяет оценить степень воздействия внешних возмущений на выход системы. Таким образом, выбрав из множества инвариантных эллипсоидов ε_y минимальный по некоторому критерию, мы ограничим влияние внешнего воздействия на выход системы $y(t)$.

В качестве критерия для выбора минимального инвариантного эллипсоида используем целевую функцию $f(P) = \text{tr}(CPC^T)$, которая определяет сумму квадратов полуосей инвариантного эллипсоида по выходу системы (1).

Для обеспечения требуемой степени устойчивости предлагается использовать метод, основанный на построении вспомогательного полинома с наперед заданной степенью устойчивости.

В работе [4] доказана теорема, описывающая алгоритм построения полинома с заранее заданной степенью устойчивости:

Теорема. Для любого вектора $\gamma \in E^{n_d}$ степень устойчивости полинома

$$\Delta^*(s, \gamma) = \begin{cases} \tilde{\Delta}^*(s, \gamma), & \text{если } n_d - \text{четное;} \\ (s + a_{d+1}(\gamma, \alpha)) \tilde{\Delta}^*(s, \gamma), & \text{если } n_d - \text{нечетное,} \end{cases} \quad (5)$$

не меньше наперед заданной величины $\alpha > 0$, и обратно, если степень устойчивости некоторого полинома $\Delta(s)$ не меньше величины $\alpha > 0$, то можно указать такой вектор $\gamma \in E^{n_d}$, что справедливо тождество $\Delta(s) \equiv \Delta^*(s, \gamma)$, где

$$\tilde{\Delta}^*(s, \gamma) = \prod_{i=1}^d (s^2 + a_i^1(\gamma, \alpha)s + a_i^0(\gamma, \alpha)), \quad (6)$$

$$d = [n_d / 2], \quad a_i^1(\gamma, \alpha) = 2\alpha + \gamma_{i1}^2, \quad a_i^0(\gamma, \alpha) = \alpha^2 + \gamma_{i1}^2\alpha + \gamma_{i2}^2, \quad i = \overline{1, d}, \quad (7)$$

$$a_{d+1}(\gamma, \alpha) = \gamma_{d0}^2 + \alpha, \quad \gamma = \{\gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{21}, \gamma_{22}, \dots, \gamma_{d1}, \gamma_{d2}, \gamma_{d0}\} \quad (8)$$

Таким образом, задав произвольный вектор γ , по формулам (5) – (8) можно построить полином, который будет обладать требуемой степенью устойчивости.

Для построения системы автоматического управления движением на основе решения задачи (4), предлагается модифицировать метод компенсации ограниченных внешних воздействий (описанный в [5]), объединив его с методом обеспечения желаемой степени устойчивости (представленным в [4]) путем построения вспомогательного полинома.

Разработанный алгоритм состоит в следующем:

1. Следуя методу компенсации внешних воздействий:

1.1. Разрешаем уравнение

$$AP + PA^T - \gamma BB^T + \alpha P + \alpha^{-1} HH^T = 0, \quad P > 0.$$

относительно матричной переменной P , выражая ее компоненты через параметры α и γ .

1.2. используем $P(\alpha, \gamma)$ для определения коэффициентов регулятора k_1, k_2, k_3, k_4 как функций параметров α и γ с помощью соотношений:

$$u = -\gamma B^T P^{-1}(\alpha, \gamma)x = Kx \Rightarrow K(\alpha, \gamma) = -\gamma B^T P^{-1}(\alpha, \gamma)$$

2. Замыкаем систему (1) управлением $u = K(\alpha, \gamma)x$.

3. Строим характеристический полином замкнутой системы, зависящий от α и γ

$$d(s) = \det(sE - A - BK(\alpha, \gamma)C).$$

4. Задаем требуемую степень устойчивости η и строим вспомогательный полином $\Delta^*(s)$ по методу, описанному в [4].

5. Приравнивая коэффициенты при соответствующих степенях в характеристическом и вспомогательном полиномах, получаем систему уравнений, решением которой является некоторое множество параметров α и γ .

6. Решаем задачу минимизации $\min_{\alpha, \gamma > 0} \text{tr}(CP(\alpha, \gamma)C^T)$, учитывая дополнительные ограничения на параметры α и γ из предыдущего шага

алгоритма.

7. Используя найденные α и γ , по формуле $u = YP^{-1}x$ получаем вектор K коэффициентов регулятора.

Пример реализации предложенного подхода

Описанный алгоритм был применен для построения системы автоматического управления морским транспортным судном водоизмещением 6000 т.

В качестве математической модели объекта управления была принята система обыкновенных линейных дифференциальных уравнений, описывающая боковое движение морского судна

$$\begin{aligned}\dot{\beta} &= a_{11}\beta + a_{12}\omega + b_1\delta + h_1d(t), \\ \dot{\omega} &= a_{21}\beta + a_{22}\omega + b_2\delta + h_2d(t), \\ \dot{\varphi} &= \omega, \\ \dot{\delta} &= u,\end{aligned}\tag{9}$$

Здесь используются следующие обозначения (рис. 1):

ω – угловая скорость относительно вертикальной оси,

φ – курс (положительным считается поворот на левый борт),

δ – угол отклонения вертикальных рулей (положительным считаем отклонение на левый борт),

β – угол дрейфа (угол между вектором скорости и продольной осью судна),

u – управляющее воздействие,

$d(t)$ – внешнее возмущение, определяемое порывами ветра и морским волнением.

Предполагается, что величина $d(t)$ удовлетворяет ограничению (2).

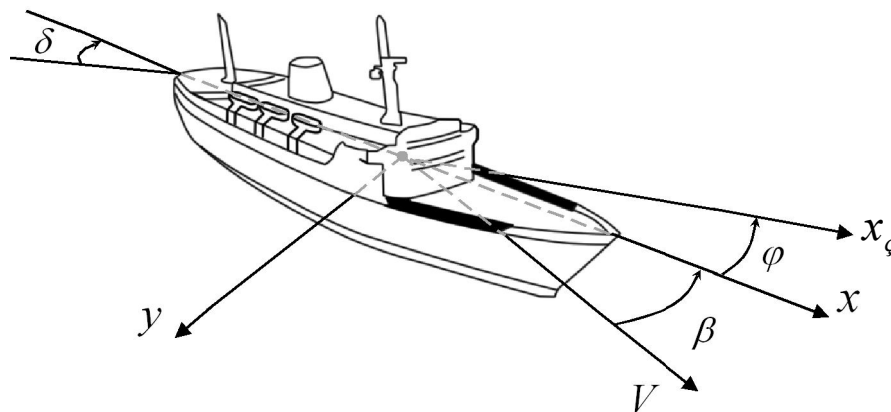


Рис. 1. Динамические переменные

В качестве компенсирующего управления будем использовать регулятор в форме статической обратной связи по состоянию,

представленный уравнением

$$u = k_1\beta + k_2\omega + k_3\varphi + k_4\delta, \quad (10)$$

где k_1, k_2, k_3, k_4 – коэффициенты, которые подлежат выбору в процессе решения задачи синтеза.

На рули и скорость их поворота (т.е. на управление) накладываются следующие ограничения: $|\delta| \leq 30^\circ$, $|\dot{u}| \leq 3^\circ/\text{с}$.

Преобразуем систему (9), обозначив вектор состояния через $x = (\beta, \omega, \varphi, \delta)^T$.

В соответствии с введенными обозначениями систему (9) можно записать в виде (1):

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu + Hd(t), \\ y &= Cx, \end{aligned}$$

с матрицами A, B, C, H , имеющими постоянные компоненты:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & b_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad H = \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Тогда система (1), замкнутая управлением (3), примет вид

$$\begin{aligned} \dot{x} &= A_c x + H_c d(t), \\ y &= Cx, \end{aligned} \quad (11)$$

где $A_c = A + BKC = A + BK$, $H_c = H$, $K = (k_1 \ k_2 \ k_3 \ k_4)$.

При фиксированной скорости хода коэффициенты в модели (9) принимают следующие значения:

$$\begin{aligned} a_{11} &= -0,03408, \quad a_{12} = 0,56, \quad a_{21} = 0,015, \quad a_{22} = -0,306, \\ b_1 &= -0,0099, \quad b_2 = -0,00417, \quad h_1 = -0,0648, \quad h_2 = -0,0046. \end{aligned}$$

Зададим требуемую степень устойчивости $\eta = 0,06$ и применим для нахождения коэффициентов регулятора разработанный алгоритм. В результате получен закон управления со следующими коэффициентами:

$$k_1 = 3,0981, \quad k_2 = 57,7472, \quad k_3 = 23,9121, \quad k_4 = -1,2793.$$

При использовании полученного регулятора собственные числа матрицы замкнутой системы принимают значения

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= -0,1027, \quad \lambda_2 = -0,5465 + 0,0147i, \\ \lambda_3 &= -0,5465 - 0,0147i, \quad \lambda_4 = -0,5368, \end{aligned}$$

т.е. степень устойчивости можно оценить числом 0,1.

Для проверки качества найденного закона управления проведем имитационное моделирование в среде MATLAB-Simulink при воздействии на судно случайного ограниченного внешнего возмущения.

В качестве прикладного программного обеспечения была построена Simulink-модель системы управления, схема которой изображена на рис. 2.

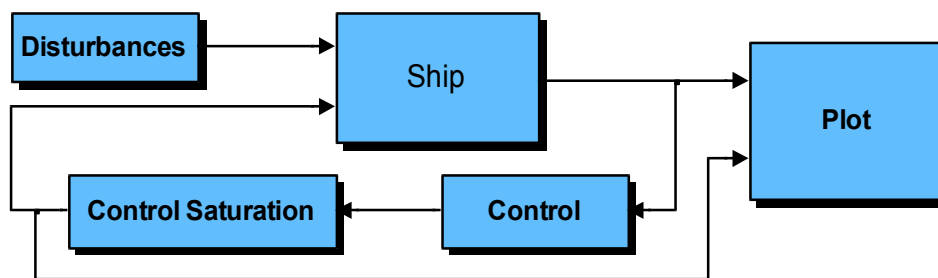


Рис. 2. Общая схема Simulink-модели системы

Построенная Simulink-модель объединяет в себе следующие блоки:

- блок **Ship** – объект управления;
- блок **Control** – центральное устройство формирования управляющего сигнала;
- блок **Control Saturation** – корректировка управляющего сигнала с учетом технических ограничений объекта управления;
- блок **Disturbances** – внешнее воздействие;
- блок **Plot** – визуализация динамических процессов.

Для проверки качества найденного закона управления проведем имитационное моделирование в среде MATLAB-Simulink при воздействии на судно ограниченное внешнее возмущение.

Пусть ограниченное внешнее возмущение представляет собой последовательность случайных ограниченных «всплесков» продолжительностью 70 секунд (рис. 3).

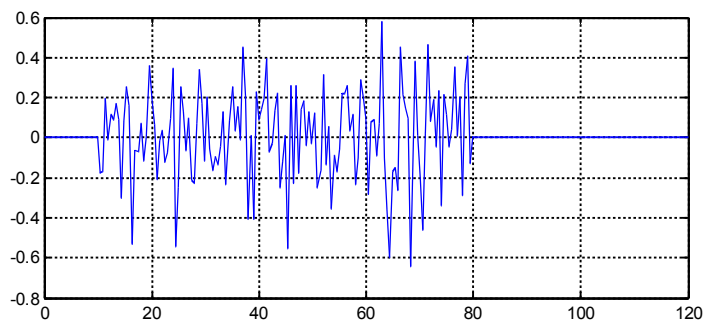


Рис. 3. Ограниченное внешнее возмущение

Графики изменения динамических переменных при воздействии такого возмущения изображены на рис. 4 и 5.

Как видно из рис. 4, отклонение от курса составляет менее $0,3^\circ$, что является хорошим показателем. Время стабилизации курса судна после окончания действия ограниченного возмущения составляет приблизительно 20 секунд. Данный пример иллюстрирует адекватную реакцию управления на случайное ограниченное воздействие.

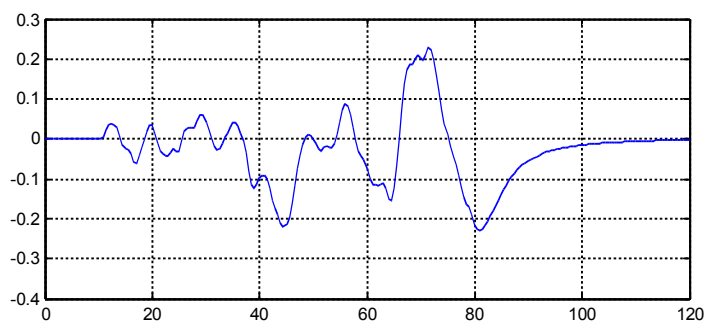


Рис. 4. Изменение курса

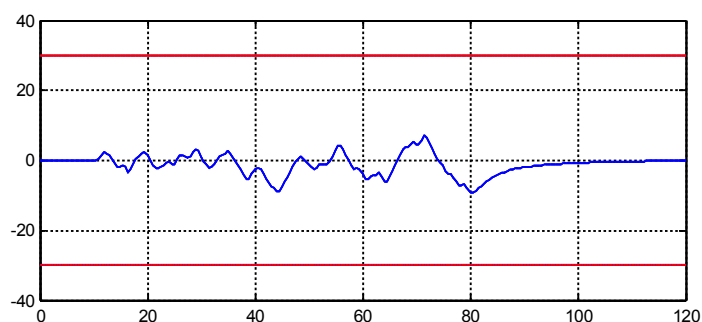


Рис. 5. Отклонение вертикальных рулей

Заключение

В результате проведенных исследований разработан алгоритм оптимальной компенсации ограниченных внешних воздействий с учетом требований к степени устойчивости. Разработанный алгоритм реализован в интегрированной среде MATLAB и его работоспособность проиллюстрирована на примере реального транспортного судна водоизмещением 6000 т.

Литература

1. Веремей Е.И., Корчанов В.М., Коровкин М.В., Погожев С.В. Компьютерное моделирование систем управления движением морских подвижных объектов. СПб.: СПбГУ, 2002. 370 с.
2. Веремей Е.И. Синтез законов многоцелевого управления движением морских объектов // Гироскопия и навигация, 2009. Вып. 4. С. 3–14.
3. Лукомский Ю.А., Корчанов В.М. Управление морскими подвижными объектами. СПб.: Элмор, 1996. 320 с.
4. Веремей Е.И. Обеспечение заданной степени устойчивости регуляторами с неполной информацией // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика, 1986. Вып. 4. С. 123–130.
5. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. М.: Наука, 2002. 303 с.
6. Fossen T.I. Guidance and control of ocean vehicles. John Wiley and Sons. New York, 1999. 494 p.

Многоцелевое управление подвижными объектами в режиме реального времени

Введение

В данной работе рассматривается задача о построении системы автоматического управления движением морского судна, позволяющей удерживать его на заданном курсе. В настоящее время накоплен существенный практический опыт проведения исследовательских и проектных работ по развитию таких систем. На его основе можно сформировать широкий круг содержательных задач, как в традиционных, так и в новых вариантах постановки, состоящих в обоснованном выборе структуры и параметров законов управления для различных режимов функционирования.

Математическая формализация этих постановок приводит к соответствующим задачам синтеза, решение которых имеет конечной целью практическую реализацию законов управления на борту.

Следует отметить, что задачи управления движением МПО отличаются многофункциональностью, многорежимностью, многокритериальностью и многомерностью. Синтез систем управления движением при этом осложняется нелинейностью привода и влиянием внешних факторов – морского волнения, ветра, импульсных воздействий.

В работах [1 – 5] представлена теория многоцелевого подхода к синтезу, учитывающая указанные особенности систем управления движением морских судов. Эта теория построена на единой методологии разработки алгоритмического обеспечения, основанной на применении современных оптимизационных методов теории управления и идеологии автоматизированного компьютерного проектирования. В отличие от известных методов синтеза законов управления, улучшающих отдельные динамические характеристики, многоцелевой подход поддерживает комплексное проектирование систем.

Подобные системы в линейном приближении должны быть обязательно устойчивыми, однако устойчивость является далеко не единственным требованием, предъявляемым к ним. В частности важно, чтобы система управления обладала свойством астатизма по регулируемой координате, т.е. способностью приводить ошибку регулирования к нулю при наличии постоянного внешнего воздействия.

Проектирование таких систем является нетривиальной задачей, постановка и решение которой с привлечением современных математических и компьютерных методов существенно зависит от типа

судна, его параметров и назначения. В связи с этим, цель данной работы состоит в нахождении закона автоматического управления движением морского судна, обеспечивающего астатизм замкнутой системы по курсу.

Постановка задачи

Рассмотрим ЛТИ-систему с одним входом и одним выходом

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + bv, \\ w &= Cx + dv, \end{aligned} \quad (1)$$

где v и w – входной и выходной сигнал соответственно.

Определение. Линейная стационарная система (1) со входом v и выходом w называется *астатической по выходной переменной*, если для ступенчатого входного сигнала $v(t) \equiv v_0 \cdot 1(t)$ при любом вещественном v_0 выполняется условие: $w_0 = 0$, где w_0 – значение выхода, соответствующее положению равновесия системы с постоянным входным сигналом v_0 .

Существо задачи состоит в том, чтобы для МПО со входом f и выходом φ построить закон автоматического управления, обеспечивающий астатизм замкнутой системы по курсу, т.е. найти такой закон управления u , который обеспечивал бы выполнение равенства $\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi(t) = 0$ для любого числа f_0 при условии, что входное воздействие формируется по закону $f(t) \equiv f_0 \cdot 1(t)$.

Синтез астатических законов управления

Традиционный подход к обеспечению астатизма по выходу, связанный с использованием структуры пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора, описан в [6].

Другой подход к обеспечению астатизма состоит в использовании специализированного скоростного регулятора по состоянию [1,3], уравнение которого имеет следующую структуру:

$$u = \mu \dot{x} + \nu y. \quad (2)$$

Скоростной регулятор однозначно строится в силу уравнений динамики объекта на базе исходного управления $u = kx + k_0 \delta$. При этом коэффициенты исходного и скоростного управления определяются с обязательным учетом следующих требований:

- замкнутая линейная система должна быть устойчивой;
- перерегулирование P и длительность переходного процесса T_p не должны превосходить заданных величин, т.е.

$$P \leq P_0, \quad T_p \leq T_{p0};$$

- при переходе к скоростному закону коэффициенты регулятора должны обеспечивать астатизм замкнутой системы по выходу:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = 0.$$

Покажем, что регулятор (2) обеспечивает астатизм системы по выходу, считая, что его коэффициенты гарантируют устойчивость. С этой целью рассмотрим уравнения замкнутой системы управления движением МПО

$$\begin{aligned}
\dot{x} &= Ax + B\delta + Hf, \\
\dot{\delta} &= u, \\
y &= Cx, \\
u &= \mu\dot{x} + \nu y.
\end{aligned}
\tag{3}$$

Из этих уравнений следует, что в статике, если возможности рулей ее допускают, имеем:

$$\begin{aligned}
Ax + B\delta + Hf &= 0, \\
y &= 0.
\end{aligned}
\tag{4}$$

Таким образом, структура регулятора (2) гарантирует обеспечение астатизма по выходу при условии устойчивости замкнутой системы.

С учетом отмеченного обстоятельства, идея предлагаемого метода обеспечения астатизма по курсу состоит в последовательном поиске коэффициентов исходного (базового) закона управления, обеспечивающего выполнение первых двух требований с переходом к скоростному закону управления (2) в силу уравнений объекта.

Отметим, что функционалы P и T_p определяют противоречивые требования к регулятору. Для достижения определенного компромисса между ними при поиске коэффициентов базового закона будем использовать интегральный квадратичный функционал

$$J = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u) dt,$$

заданный на движениях замкнутой системы

$$\begin{aligned}
\dot{x} &= Ax + B\delta + Hf, \\
\dot{\delta} &= u, \\
y &= Cx, \\
u &= kx + k_0\delta.
\end{aligned}
\tag{*}$$

Минимизация этого функционала позволяет найти коэффициенты k, k_0 базового стабилизирующего регулятора.

Схема поиска коэффициентов базового закона выглядит следующим образом:

1. Выделяем каким-либо способом вектор $\gamma \in E^p$ параметров, от выбора которых однозначно зависят знакоположительная матрица $Q = Q(\gamma)$ и положительно-определенная матрица $R = R(\gamma)$ и задаем начальные приближения для его компонентов.

2. Решаем задачу LQR-оптимального синтеза для системы (*) с интегральным квадратичным функционалом

$$J = J(\gamma) = \int_0^{\infty} (x^T Q(\gamma)x + u^T R(\gamma)u) dt,$$

определяя при этом коэффициенты $k = k(\gamma), k_0 = k_0(\gamma)$ базового стабилизирующего регулятора.

3. Пересчитываем базовый регулятор в силу линейных уравнений объекта к скоростной форме (2), полагая при этом внешнее воздействие нулевым и определяя ее коэффициенты $\mu = \mu(\gamma), \nu = \nu(\gamma)$.

4. На движениях получившейся замкнутой системы (3) определяем величины функционалов $P = P(\gamma)$ и $T_p = T_p(\gamma)$, а также вычисляем значение вспомогательного функционала

$$I = I(\gamma) = P(\gamma) - P_0 + |P(\gamma) - P_0| + T_p(\gamma) - T_{p0} + |T_p(\gamma) - T_{p0}|.$$

5. Если для данного вектора γ имеем $I = I(\gamma) > 0$, с помощью любого численного метода спуска задаем новое приближение вектора γ и повторяем вычисления по пунктам 2 – 5, минимизируя функционал $I = I(\gamma)$ до достижения им нулевого глобального экстремума, соответствующего выполнению желаемых ограничений.

Пример синтеза для транспортного судна

В качестве объекта управления для построения закона управления был выбран транспортный корабль с водоизмещением 6000 т.

Примем в качестве математической модели объекта управления следующие линейные стационарные (ЛТИ) дифференциальные уравнения, приближенно описывающие его движение по курсу

$$\begin{aligned} \dot{\beta} &= a_{11}\beta + a_{12}\omega + b_1\delta + h_1 f(t), \\ \dot{\omega} &= a_{21}\beta + a_{22}\omega + b_2\delta + h_2 f(t), \\ \dot{\varphi} &= \omega, \\ \dot{\delta} &= u. \end{aligned} \quad (5)$$

На отклонения рулей и на скорость их поворота (т.е. на управление) накладываются следующие технические ограничения: $|\delta| \leq 30^\circ, |u| \leq 3 \text{ } ^\circ/\text{с}$.

Реализуем предложенную схему для рассматриваемой конкретной ситуации с математической моделью МПО в виде (5).

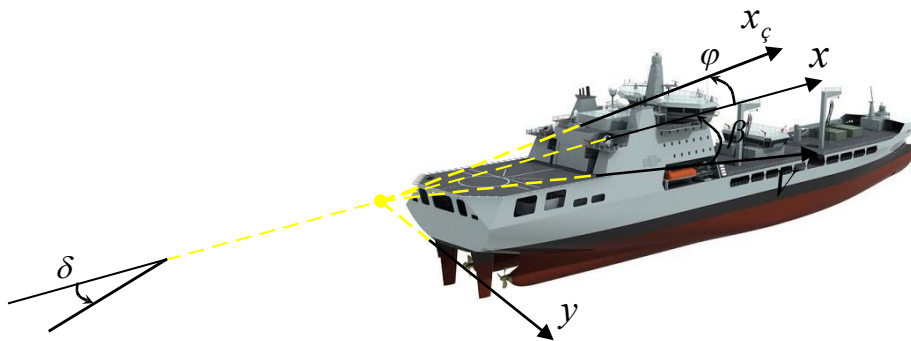


Рис. 1. Основные параметры объекта управления

Здесь используются следующие обозначения (рис. 1):

- ω – угловая скорость относительно вертикальной оси,
- φ – курс (положительным считается поворот на левый борт),
- δ – угол отклонения вертикальных рулей (положительным считаем отклонение на левый борт),
- β – угол дрейфа (угол между вектором скорости и продольной осью судна),
- u – управляющее воздействие,
- $F(t) = h_1 f(t)$ – боковая возмущающая сила,
- $M(t) = h_2 f(t)$ – возмущающий момент по курсу,

$f(t)$ – ступенчатое внешнее воздействие, определяемое влиянием на судно порывов ветра.

В данном случае имеем $x = (\beta, \omega, \varphi, \delta)^T$ – вектор состояния системы, $y = x$ – ее выход. В соответствии с введенными обозначениями систему (5) можно переписать в форме

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu + Hf, \\ y &= Cx, \end{aligned} \quad (6)$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & b_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad H = \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Тогда система (5), замкнутая управлением

$$u = Kx = (k_1 \quad k_2 \quad k_3 \quad k_4)x, \quad (7)$$

примет вид:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= A_c x + H_c f(t), \\ y &= Cx, \end{aligned} \quad (8)$$

где $A_c = A + BKC = A + BK$, $H_c = H$.

Введём квадратичный функционал

$$\begin{aligned} J = J(u) &= \int_0^{\infty} (\eta_1^2 \omega^2 + \eta_2^2 \varphi^2 + \rho_3^2 u^2) dt = \\ &= \int_0^{\infty} ((\rho_1^2 + 0.0001 \gamma_1)^2 \omega^2 + (\rho_2^2 + 0.0001 \gamma_2)^2 \varphi^2 + \rho_3^2 u^2) dt, \end{aligned} \quad (9)$$

где $\rho_1^2, \rho_2^2, \rho_3^2$ – вещественные параметры. При этом будем считать, что величины ρ_1^2 и ρ_2^2 – заданы, а $\gamma_1, \gamma_2, \rho_3^2$ – параметры, которые являются компонентами варьируемого вектора γ и подлежат поиску.

Конкретизация приведенной выше схемы синтеза приводит к следующему вычислительному алгоритму:

1. Задаем начальные значения параметров функционала.

2. Решаем задачу LQR-синтеза с критерием оптимальности (9) и находим вектор коэффициентов регулятора K .

3. Исключим из закона управления (7) переменные β и δ , разрешив относительно них первые два уравнения системы (5), и подставим их в закон управления, используя соответствующие величины первых производных. Это дает управление в виде

$$u = \mu_1 \dot{\beta} + \mu_2 \dot{\omega} + \mu_3 \omega + v \varphi, \quad (10)$$

$$\text{где } \mu_1 = \frac{k_1}{(a_{11}/b_1 - a_{21}/b_2)b_1} + k_4 \left(\frac{1}{b_1} - \frac{a_{11}}{b_1^2 (a_{11}/b_1 - a_{21}/b_2)} \right),$$

$$\mu_2 = \frac{-k_1}{(a_{11}/b_1 - a_{21}/b_2)b_2} + k_4 \frac{a_{11}}{b_1 b_2},$$

$$\mu_3 = \frac{-k_1 (a_{12}/b_1 - a_{22}/b_2)}{(a_{11}/b_1 - a_{21}/b_2)} + k_2 + k_4 \left(-\frac{a_{12}}{b_1} + \frac{a_{11} (a_{12}/b_1 - a_{22}/b_2)}{b_1 (a_{11}/b_1 - a_{21}/b_2)} \right), \quad v = k_3.$$

4. На движениях замкнутой системы вычисляем функционалы

перерегулирования и быстродействия и определяем значение вспомогательного функционала I .

5. Минимизируем вспомогательный функционал за счет варьирования используемых параметров до достижения нулевого глобального экстремума.

Таким образом, сначала фиксируем параметры функционала, затем находим вектор коэффициентов регулятора K , который доставляет минимум функционалу (9), по нему вычисляем новые коэффициенты закона управления (10) и изучаем динамический процесс. Если качество процесса нас не устраивает, то возвращаемся к шагу 1 и изменяем начальные значения параметров функционала.

Коэффициенты рассматриваемого судна в линейной модели (5) при фиксированной скорости хода имеют следующие значения:

$$a_{11} = -0,03408, \quad a_{12} = 0,56, \quad a_{21} = 0,015, \quad a_{22} = -0,306, \quad b_1 = -0,0099, \quad b_2 = -0,00417.$$

Для проведения контрольного моделирования зададим возмущения F и M так, чтобы положение равновесия в системе (5) определялось равенствами $\beta_0 = 1,5^\circ, \delta_0 = 12^\circ$.

Из системы (5) получаем:

$$\begin{aligned} h_1 &= -a_{11}\beta_0 - b_1\delta_0, \\ h_2 &= -a_{21}\beta_0 - b_2\delta_0. \end{aligned} \quad (11)$$

Из (11) находим

$$h_1 = 0,00296, \quad h_2 = 0,000481.$$

Для компьютерного и имитационного моделирования процессов, происходящих в динамической системе, анализа ее свойств, проверки качества найденного закона управления, была использована подсистема Simulink среды MATLAB. Базовой частью прикладного программного обеспечения в данном случае служит Simulink-модель объекта управления, блок-схема которой изображена на рис. 2.

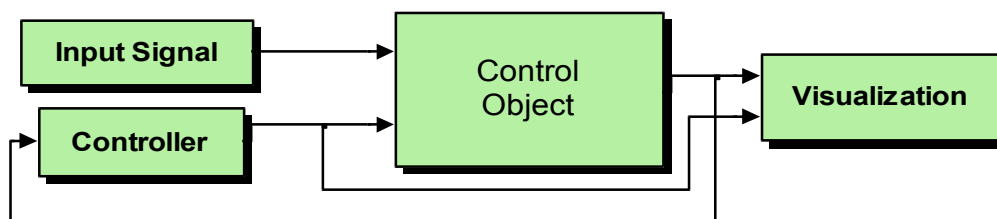


Рис. 2. Блок-схема компьютерной модели

Представленная модель содержит в себе следующие блоки:

блок **Control Object** – объект управления,

блок **Controller** – центральное устройство управления,

блок **Input Signal** – внешнее воздействие на систему,

блок **Visualization** – визуализация динамических процессов.

В результате реализации алгоритма построения скоростного регулятора получен закон управления с коэффициентами

$$k_1 = 0,955, \quad k_2 = 6,574, \quad k_3 = 0,941, \quad k_4 = -0,3504.$$

При этом параметры функционала (9) установились на следующих значениях:

$$\eta_1^2 = 4,98631, \eta_2^2 = 0,01502, \rho_3^2 = 0,01694.$$

Действительно, указанный закон управления обеспечивает астатизм замкнутой системы по курсу, что проиллюстрировано на рис. 3.

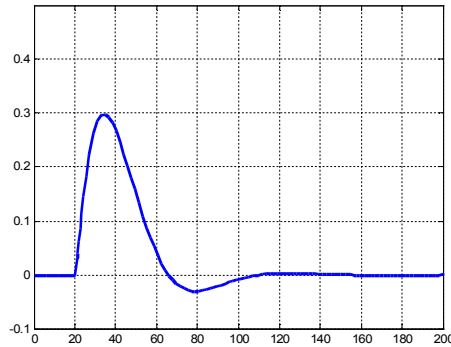


Рис. 3. Изменение курса при ступенчатом воздействии

При использовании скоростного регулятора собственные числа матрицы замкнутой системы принимают следующие значения:

$$\lambda_1 = -0,323 + 0,111i, \lambda_2 = -0,323 - 0,111i, \lambda_3 = -0,101, \lambda_4 = -0,0543.$$

Степень устойчивости линейной замкнутой системы оценивается константой 0,05.

Для проверки качества найденного управления оно было использовано для автоматического выполнения маневра, состоящего в повороте морского судна по курсу на 30° .

Графики изменения динамических переменных представлены на рис. 4 и 5.

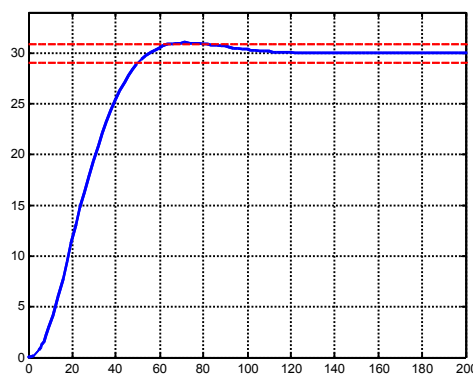
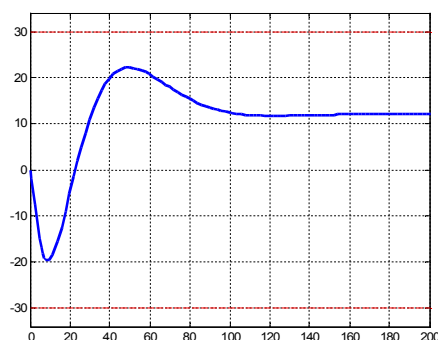


Рис. 4. Изменение курса при маневре
Рис. 5. Отклонение рулей при маневре

Как видно из рис. 4, при использовании скоростного регулятора по состоянию полностью отсутствует перерегулирование по курсу, а переходный процесс завершается за 47 секунд, что почти в 2 раза быстрее, чем при использовании классического ПИД-регулятора [6]. При этом рис. 5 демонстрирует плавную работу рулей, без перехода в крайние допустимые

положения.



Заключение

В данной работе предложен и реализован способ построения управления, обеспечивающего астатизм замкнутой системы по курсу. Указанный алгоритм реализован в интегрированной среде MATLAB. В пакете Simulink проведено компьютерное моделирование построенной системы управления движением транспортного судна.

Литература

1. Веремей Е.И., Корчанов В.М., Коровкин М.В., Погожев С.В. Компьютерное моделирование систем управления движением морских подвижных объектов. СПб.: СПбГУ, 2002. 370 с.
2. Лукомский Ю.А., Корчанов В.М. Управление морскими подвижными объектами. СПб.: Элмор, 1996. 320 с.
3. Веремей Е.И. Синтез законов многоцелевого управления движением морских объектов // Гироскопия и навигация, 2009. Вып. 4. С. 3–14.
4. Fossen T.I. Guidance and control of ocean vehicles. John Wiley and Sons. New York, 1999. – 494 p.
5. Вагущенко Л.Л., Цымбал Н.Н. Системы автоматического управления движением судна. Одесса: Латстар, 2002. 310 с.
6. Смирнов М.Н., Федорова М.А. Компьютерное моделирование системы астатической стабилизации курса морского судна // Процессы управления и устойчивость: Труды 41-й международной научной конференции аспирантов и студентов. СПб.: Издат. Дом С.-Петербур. ун-та, 2010. С. 495-500.

Синтез робастного цифрового регулятора для системы магнитной левитации

1. Введение

Вопрос обеспечения робастных свойств систем управления является одним из ключевых при решении практических задач. Значимость этого вопроса определяется наличием различных неопределенностей в задании математических моделей, используемых при синтезе алгоритмов управления, включая дополнительную неучтенную динамику и внешние возмущения.

В работе рассматривается задача синтеза цифрового регулятора, обеспечивающего робастную устойчивость замкнутой системы с учетом желаемых модальных свойств. Важной особенностью предлагаемой процедуры синтеза является построение такого регулятора, для которого собственные числа замкнутой номинальной системы располагаются внутри заданной области в единичном круге, а любая замкнутая возмущенная система устойчива. При этом неопределенность математической модели объекта управления представляется в частотной области.

В качестве практического приложения приводится задача синтеза цифрового регулятора для системы магнитной левитации. Неопределенность математической модели этой системы вызвана сложностью точного описания силы магнитного поля, воздействующей на объект управления. Работоспособность и эффективность предложенного подхода к синтезу иллюстрируется примером компьютерного имитационного моделирования в среде MATLAB/Simulink.

2. Математическая модель магнитной левитации

На рис. 1 представлена общая схема системы магнитной левитации. На стальной шарик, находящийся в воздухе, действует две силы: сила тяжести F_g , направленная вертикально вниз, и сила притяжения F_m , создаваемая электромагнитом, когда по нему течет ток I . На рисунке приняты следующие обозначения: V – напряжение, подаваемое на катушку, R – сопротивление катушки, L – ее индуктивность, x_b – расстояние от электромагнита до шарика. Начало системы координат Oxy расположено на поверхности электромагнита, ось Ox направлена вертикально вниз.

Запишем систему нелинейных дифференциальных уравнений, представляющих математическую модель магнитной левитации. Для этого введем переменные: $x_1 = x = x_b$, $x_2 = \dot{x}_b$, $x_3 = I$, $u = V$. На основе законов

электрических цепей и второго закона Ньютона, а также с учетом выражения для силы притяжения электромагнита [2], составим уравнения математической модели:

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = g - \frac{1}{2} \cdot \frac{K_m x_3^2}{M x_1^2}, \quad \dot{x}_3 = -\frac{R}{L} x_3 + \frac{1}{L} u. \quad (1)$$

Здесь M – масса шарика, g – гравитационная постоянная, K_m – магнитная постоянная. Управляющим воздействием является напряжение u , а контролируемой переменной – смещение шарика x_b .

В рассматриваемой системе измеряются две величины: сила тока I в контуре и положение шарика x_b . Последняя величина измеряется с помощью оптического датчика, встроенного в пьедестал. Дополним систему (1) уравнениями измерений:

$$y_1 = x_3, \quad y_2 = x_b. \quad (2)$$

Важно отметить, что уравнения (1), (2) приближенно представляют динамику системы ввиду сложности описания электромагнитного поля и наличия дополнительных неучтенных воздействий с его стороны. При этом наибольшие трудности возникают при описании поведения шарика вблизи поверхности электромагнита.

Составим уравнения линейного приближения для системы (1) в окрестности положения равновесия $(x_{10}, 0, x_{30}) = (x_{b0}, 0, I_0)$, соответствующего фиксированному напряжению $u = u_0$. Заметим, что значения x_{b0} и I_0 связаны соотношением: $x_{b0} = \sqrt{K_m / 2gM} I_0$. Пусть $\bar{x}_1 = x_1 - x_{10}$, $\bar{x}_2 = x_2$, $\bar{x}_3 = x_3 - x_{30}$ и $\bar{u} = u - u_0$ – переменные, определяющие отклонения динамических параметров от положения равновесия. Тогда система в отклонениях примет вид

$$\dot{\bar{x}}_1 = \bar{x}_2, \quad \dot{\bar{x}}_2 = \frac{2g}{x_{b0}} \bar{x}_1 - \frac{2g}{I_0} \bar{x}_3, \quad \dot{\bar{x}}_3 = -\frac{R}{L} \bar{x}_3 + \frac{1}{L} \bar{u}. \quad (3)$$

Аналогично, из (2) получаем уравнения измерений:

$$\bar{y}_1 = \bar{x}_3, \quad \bar{y}_2 = \bar{x}_b, \quad (4)$$

где $\bar{y}_1 = y_1 - y_{10}$, $\bar{y}_2 = y_2 - y_{20}$. Запишем линейную модель (3), (4) в матричной форме:

$$\begin{pmatrix} \dot{\bar{x}}_1 \\ \dot{\bar{x}}_2 \\ \dot{\bar{x}}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ a_{21}^0 & 0 & a_{23}^0 \\ 0 & 0 & a_{33}^0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \bar{x}_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ b_0 \end{pmatrix} \bar{u}, \quad \begin{pmatrix} \bar{y}_1 \\ \bar{y}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \bar{x}_3 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

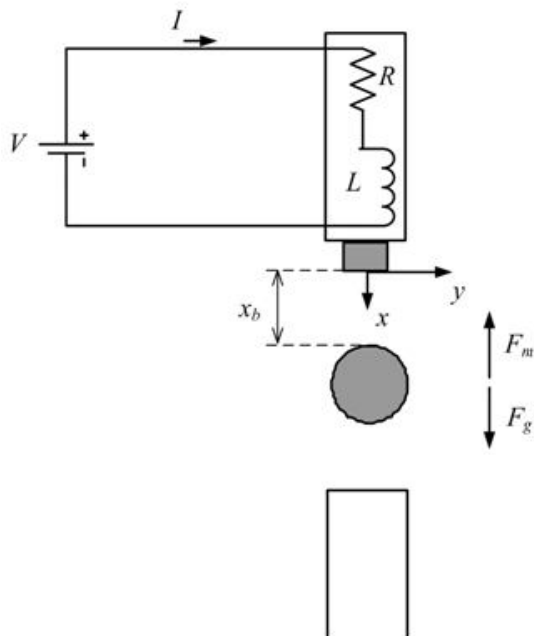


Рис.1. Схема системы магнитной левитации

Здесь $a_{21}^0 = \frac{2g}{x_{b0}}, a_{23}^0 = -\frac{2g}{I_0}, a_{33}^0 = -\frac{R}{L}, b_0 = \frac{1}{L}$. Теперь, если подставить в (5)

значения физических параметров устройства магнитной левитации, то получим номинальную линейную модель, представляющую динамику системы в окрестности положения равновесия.

Отметим, что нулевое положение равновесия системы (5) является неустойчивым, что соответствует неустойчивости равновесия исходной нелинейной системы (1) по вертикальному положению шарика.

В силу неточности описания магнитного поля, значения коэффициентов в модели (5) являются приближенными. При этом линейные модели, соответствующие различным положениям шарика x_b , отличаются главным образом значением коэффициента a_{21} [2]. В связи с этим, будем считать, что модель (5) является номинальной, а область неопределенности для модели объекта ограничим, варьируя значение коэффициента a_{21} в заданных пределах.

3. Синтез робастного цифрового регулятора

Рассмотрим процедуру синтеза робастного цифрового регулятора на примере SISO-системы, представленной в дискретном времени математической моделью:

$$y = P_n(z)u, \quad (6)$$

где $P_n(z)$ – номинальная передаточная функция объекта. Будем считать, что объект (6) стабилизируется регулятором

$$u = W(z, \mathbf{h})y, \quad (7)$$

где $W(z, \mathbf{h})$ – передаточная функция регулятора с фиксированной структурой (заданы степени полиномов в числителе и знаменателе), $\mathbf{h} \in E^r$ – вектор настраиваемых параметров, подлежащих выбору при синтезе закона управления.

В дальнейшем будем полагать, что объект управления с номинальной математической моделью (6) подвержен воздействию неструктурированных возмущений и его действительная модель имеет вид:

$$y = P(z)u, \quad (8)$$

где $P(z)$ – передаточная функция возмущенного объекта, отличная от номинальной. Введем допустимую границу возмущения номинальной математической модели. Для этого, согласно [1], зададим ограничение сверху амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительного возмущения модели:

$$\left| \Delta_0(e^{j\omega}) \right| = \left| \frac{P(e^{j\omega}) - P_n(e^{j\omega})}{P_n(e^{j\omega})} \right| \leq \beta, \quad \omega \in [0, \pi], \quad (9)$$

где $\beta > 0$ – заданное фиксированное число. Условие (9) определяет допустимый «коридор» для вариаций АЧХ фактического (возмущенного) объекта. Тогда множество всевозможных передаточных функций (8) возмущенных моделей имеет вид:

$$\Phi = \left\{ P : P = P_n(1 + \Delta_0), \quad |\Delta_0(e^{j\omega})| \leq \beta, \quad \omega \in [0, \pi] \right\}.$$

Потребуем, чтобы регулятор (7) с вектором настраиваемых параметров \mathbf{h} стабилизировал любой объект с возмущенной моделью (8), при условии $P(z) \in \Phi$, то есть обеспечивал робастную устойчивость замкнутой системы. Известно, что достаточным условием сохранения устойчивости замкнутой системы (8), (7) для любых относительных возмущений модели объекта, удовлетворяющих (9), является выполнение следующего неравенства [1]:

$$\|T(z, \mathbf{h})\|_{\infty} = \max_{\omega \in [0, \pi]} |T(e^{j\omega}, \mathbf{h})| < 1/\beta, \quad (10)$$

где $T(z, \mathbf{h}) = W(z, \mathbf{h})(1 + P_n(z)W(z, \mathbf{h}))^{-1}P_n(z)$.

Помимо требования робастной устойчивости, будем также учитывать желаемые модальные свойства замкнутой системы. Обозначим через $\Delta_3(z, \mathbf{h})$ – характеристический полином замкнутой номинальной системы (6), (7). Тогда выбор вектора параметров \mathbf{h} регулятора должен обеспечивать выполнение условия

$$\delta_i(\mathbf{h}) \in C_{\Delta}, \quad i = \overline{1, n_d}, \quad n_d = \deg \Delta_3(z, \mathbf{h}), \quad (11)$$

где δ_i – корни характеристического полинома $\Delta_3(z, \mathbf{h})$, n_d – степень полинома $\Delta_3(z, \mathbf{h})$, C_{Δ} – область желаемого расположения корней внутри единичного круга. Рассмотрим два варианта задания области C_{Δ} внутри единичного круга, показанные на рис. 2.

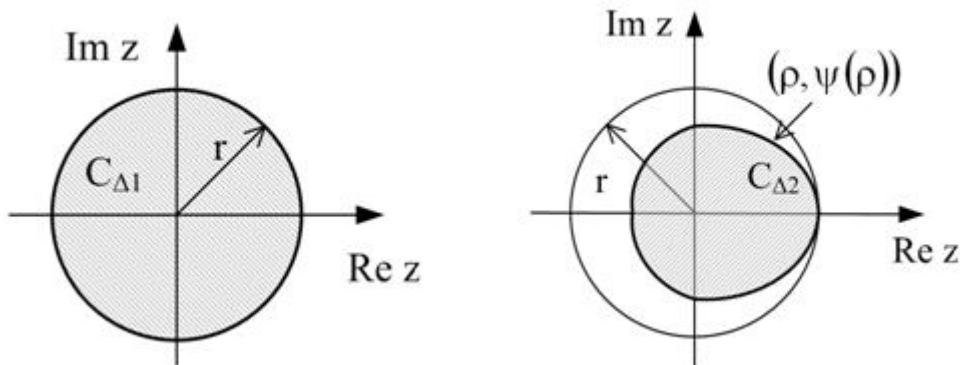


Рис. 2. Области $C_{\Delta 1}$ и $C_{\Delta 2}$ желаемого расположения корней

Формальное определение указанных областей имеет вид:

$$C_{\Delta} = C_{\Delta 1} = \{z \in \mathbb{C}^1 : |z| \leq r\}, \quad \text{где } r \in (0, 1) \text{ – заданное вещественное число;}$$

$C_{\Delta} = C_{\Delta 2} = \{z \in \mathbb{C}^1 : z = \rho \cdot e^{\pm i\varphi}, 0 \leq \rho \leq r, 0 \leq \varphi \leq \psi(\rho)\}, \quad \text{где } r \in (0, 1) \text{ – заданное вещественное число, } \psi(\xi) \text{ – вещественная функция переменной } \xi \in (0, r], \text{ принимающая значения из отрезка } [0, \pi], \text{ причем } \psi(r) = 0.$

Смысл введения этих областей состоит в следующем. Первая из них определяет ограничение снизу на степень устойчивости, т.е. на длительность переходных процессов в замкнутой системе, а вторая, в дополнение к этому, определяет ограничение на меру колебательности.

На основе требования робастной устойчивости (10) и с учетом

желаемых модальных свойств (11), введем следующее определение допустимого множества настраиваемых параметров регулятора (7):

$$\Omega_H = \left\{ \mathbf{h} \in E^r : \delta_i(\mathbf{h}) \in C_\Delta, i = \overline{1, n_d}, \|T(z, \mathbf{h})\|_\infty < 1/\beta \right\}. \quad (12)$$

Поставим задачу об оптимальном выборе вектора параметров \mathbf{h} регулятора (7) на допустимом множестве (12). Для этого на движениях замкнутой номинальной системы (6), (7) зададим некоторый функционал, характеризующий качество процессов управления, вида

$$J = J(\{y[i]\}, \{u[i]\}) = J(\mathbf{W}(q, \mathbf{h})) = J(\mathbf{h}) \geq 0.$$

Здесь $\{u[i]\}$ и $\{y[i]\}$ – последовательности, представляющие цифровые сигналы на входе и выходе номинальной модели (6).

Рассмотрим следующую задачу параметрического синтеза:

$$J = J(\mathbf{h}) \rightarrow \inf_{\mathbf{h} \in \Omega_H}, \quad (13)$$

где Ω_H – допустимое множество (12) настраиваемых параметров. Отметим, что задача оптимизации (13) является специфическим вариантом задачи нелинейного программирования, для решения которой удобно выполнить параметризацию рассматриваемых областей C_Δ с использованием n -мерных вещественных векторов, как показано в [3]. Обозначим через \mathbf{h}^* решение задачи (13). Тогда результатом синтеза является оптимальный регулятор вида (7) с передаточной функцией $W(z, \mathbf{h}^*)$.

4. Реализация для системы магнитной левитации

Рассмотрим пример синтеза цифрового робастного регулятора для реального устройства MAGLEV магнитной левитации [4]. В силу конструктивных особенностей устройства, положение шарика x_b может варьироваться в диапазоне от 0 до 0.014 м. При этом $x_b = 0$, когда шарик «прилипает» к магниту и $x_b = 0.014$ м, если шарик находится на пьедестале. Ниже приведены значения физических параметров системы:

$$L = 0.4125 \text{ Н}, R = 11 \text{ Ом}, K_m = 6.5308\text{E-}005 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{А}^2, M = 0.068 \text{ кг}.$$

Рассмотрим положение равновесия системы для смещения шарика $x_{b0} = 0.006$ м. Учитывая уравнения (1), получаем, что этому смещению соответствует равновесное значение силы тока $I_0 = 0.86$ А. Подставив данные величины в (5), построим номинальную грубую модель, описывающую поведение системы в окрестности положения равновесия:

$$\begin{pmatrix} \dot{\bar{x}}_1 \\ \dot{\bar{x}}_2 \\ \dot{\bar{x}}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 3270 & 0 & -22.88 \\ 0 & 0 & -26.67 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \bar{x}_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2.42 \end{pmatrix} \bar{u}, \quad \begin{pmatrix} \bar{y}_1 \\ \bar{y}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \bar{x}_3 \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Собственные числа матрицы разомкнутой системы (14) равны $\lambda_1 = 57.18$, $\lambda_2 = -57.18$, $\lambda_3 = -26.67$, что свидетельствует о её неустойчивости. Сформируем уравнения дискретной модели на основе (14) с шагом дискретности $T_s = 0.002$ секунды. В результате получим:

$$\begin{pmatrix} \bar{x}_1[k+1] \\ \bar{x}_2[k+1] \\ \bar{x}_3[k+1] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0065 & 0.002 & 0 \\ 6.5543 & 1.0065 & -0.0447 \\ 0 & 0 & 0.9481 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{x}_1[k] \\ \bar{x}_2[k] \\ \bar{x}_3[k] \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ -0.0001 \\ 0.0047 \end{pmatrix} \bar{u}[k]. \quad (15)$$

Собственные числа матрицы разомкнутой системы (15) равны $\mu_1 = 1.1212$, $\mu_2 = 0.8919$, $\mu_3 = 0.9481$. Найдем номинальную передаточную функцию $P_n(z)$ объекта (15) от входа \bar{u} к выходу $\bar{x}_1 = x_b - x_{b0}$.

Ограничим область неопределенности модели (15), варьируя значение коэффициента a_{21} непрерывной модели (14) в пределах $\pm 30\%$ от номинального значения. На рис. 3 показаны амплитудно-частотные характеристики номинальной модели и возмущенных моделей, со значением коэффициента \tilde{a}_{21} равным $0.7a_{21}$ и $1.3a_{21}$. Выберем значение β в условии (9) таким образом, чтобы допустимый «коридор» вариации АЧХ возмущенного объекта включал в себя все построенные кривые. На рис. 3 показан допустимый «коридор», соответствующий значению $\beta = 0.5$. То есть, будем в дальнейшем считать, что АЧХ относительного возмущения удовлетворяет условию: $|\Delta_0(e^{j\omega})| \leq 0.5$, $\omega \in [0, \pi]$.

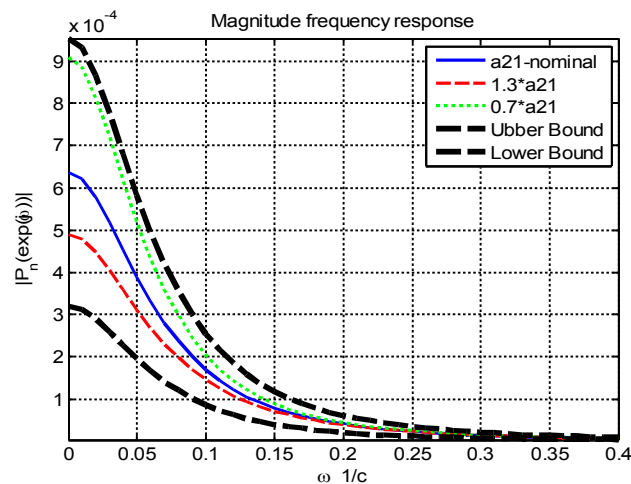


Рис. 3. Допустимый «коридор» вариации частотной характеристики

Примем следующую структуру регулятора для модели (15):

$$\bar{u}[k] = \mathbf{K}\bar{x}[k], \quad (16)$$

где $\mathbf{K} \in \mathbb{E}^3$ – вектор настраиваемых параметров, подлежащих выбору в процессе синтеза закона управления. Зададим область C_Δ желаемого расположения корней характеристического полинома замкнутой номинальной системы (15), (16) как показано на рис. 4. Данная область определяется параметрическими уравнениями:

$$\psi(\rho) = \begin{cases} \text{tg}(\theta) \ln(r/\rho), & r \exp(-\pi/\text{tg}(\theta)) \leq \rho \leq r, \\ \pi, & 0 < \rho \leq r \exp(-\pi/\text{tg}(\theta)), \end{cases}$$

где $r = 0.95$, $\theta = \pi/6$.

В итоге, рассмотрим следующую задачу параметрического синтеза:

$$J = J(\mathbf{K}) \rightarrow \inf_{\mathbf{K} \in \Omega \subseteq \mathbb{E}^3}, \quad (17)$$

где допустимое множество Ω , с учетом заданных ограничений на допустимые вариации АЧХ возмущенного объекта и желаемой области C_Δ расположения корней, имеет вид:

$$\Omega = \{ \mathbf{K} \in \mathbb{E}^3 : \delta_i(\mathbf{K}) \in C_\Delta, i = \overline{1,3}, \|T(z, \mathbf{K})\|_\infty < 2 \}.$$

Здесь δ_i – собственные числа замкнутой номинальной системы (15), (16). В результате решения задачи синтеза (17) получаем следующий вектор параметров оптимального регулятора:

$$\mathbf{K} = (0.18 \quad -27.36 \quad -0.26).$$

Важно отметить, что управляющий сигнал u , который подается на катушку с током, вычисляется как сумма двух компонент:

$$u[k] = u_c[k] + \bar{u}[k] = u_c[k] + \mathbf{K}(x[k] - x^*),$$

где $u_c = u_c(x_{b0})$ – постоянное слагаемое, компенсирующее силу тяжести в положении равновесия, а x^* – заданный командный сигнал. Величина u_c вычисляется на основе уравнений (1) по следующей формуле:

$$u_c(x_{b0}) = R\sqrt{2gM/K_m}x_{b0}. \quad \text{Так как значение}$$

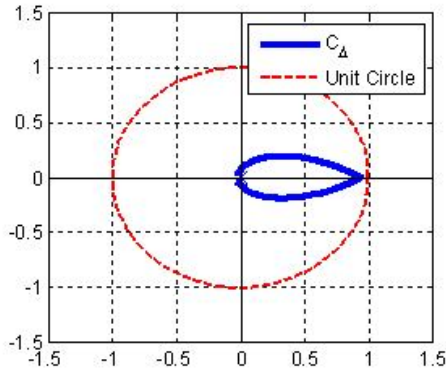


Рис.4. Область желаемого расположения корней

коэффициента K_m зависит от положения шарика x_b и известно только его приближенное значение, то для обеспечения астатизма замкнутой системы по выходу x_b необходимо вместо приведенного выше закона управления перейти к его аналогу, в котором участвуют не сами компоненты вектора состояния, а их производные. Естественно, что реализация такого закона управления возможна только с использованием асимптотического наблюдателя. На рис. 5 представлен пример использования синтезированного регулятора для стабилизации шарика в заданной точке $x_b^* = 0.006$ м.

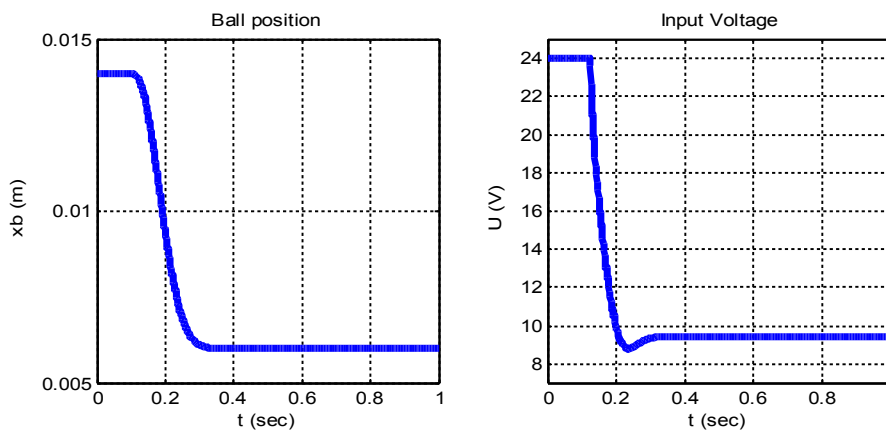


Рис. 5. Стабилизация заданного положения шарика $x_b^* = 0.006$ м

5. Заключение

В работе рассмотрена задача синтеза робастного цифрового регулятора для системы магнитной левитации. Выполнена формализованная постановка задачи параметрического синтеза регулятора с учетом требований робастной устойчивости и обеспечения желаемых

модальных свойств замкнутой системы. Результат синтеза продемонстрирован для системы магнитной левитации на примере стабилизации положения шарика в заданной точке.

Литература

1. Веремей Е.И. Анализ в среде MATLAB робастных свойств систем стабилизации плазмы // Exponenta Pro: Математика в приложениях: Науч.-практ. журн. 2003. №3. С. 20-27.
2. Сотникова М.В. Идентификация линейной модели магнитной левитации в среде MATLAB // Тр. IV международной научной конференции «Проектирование инженерных и научных приложений в среде MATLAB». 2009. С. 507-522.
3. Веремей Е.И., Сотникова М.В. Стабилизация плазмы на базе прогноза с устойчивым линейным приближением // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 10. 2011. Вып. 1. С. 116-133.
4. MAGLEV: Magnetic Levitation Plant. User Manual. Quanser.

Оглавление

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	3
<i>Тихомиров В.П.</i> От электронного обучения к Smart –Университету.....	4
<i>Кореньков В.В.</i> Распределенная система для обработки, хранения и анализа экспериментальных данных Большого адронного коллайдера.....	8
<i>Ким А.К.,</i> <i>Бычков И.Н.,</i> <i>Волконский В.Ю.,</i> <i>Воробушков В.В.,</i> <i>Груздов Ф.А.,</i> <i>Михайлов М.С.,</i> <i>Парахин Ю.Н.,</i> <i>Сахин Ю.Х.,</i> <i>Семенухин С.В.,</i> <i>Слесарев М.В.,</i> <i>Фельдман В.М.</i> Архитектурная линия «Эльбрус» сегодня: микропроцессоры, вычислительные комплексы, программное обеспечение.....	21
<i>Сухомлин В.А.</i> Новые методологические решения и международные стандарты в области магистерского ИТ-образования.....	30
<i>Ромасевич П.В.,</i> <i>Смирнова Е.В.</i> Направления сотрудничества компании D-Link с высшими учебными заведениями.....	42
СЕКЦИЯ 1. ИТ-ОБРАЗОВАНИЕ: МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	50
<i>Моисеев Е.И.,</i> <i>Ложкин С.А.,</i> <i>Тихомиров В.В.</i> Наука и образование на факультете ВМК МГУ.....	51
<i>Монахов В.М.,</i> <i>Монахов Д.Н.</i> Технологический учебник полного цикла и управление качеством формируемых профессиональных компетенций.....	60
<i>Бахусова Е.В.</i> Нечёткая математика для ИТ-специалистов.....	76
<i>Бедный А.Б.,</i> <i>Гергель В.П.,</i> <i>Ерушкина Л.В.,</i> <i>Кузенков О.А.</i> Основная образовательная программа ННГУ подготовки бакалавров по направлению ФИИТ на английском языке.....	83
<i>Белоус В.В.,</i> <i>Бобровский А.В.,</i>	

<i>Добряков А.А., Карпенко А.П., Смирнова Е.В.</i>	Ментально-структурированное интегральное оценивание качества обучения. .92
<i>Бронов С.А., Степанова Е.А., Кудрявцева Ю.М., Афонасенко Н.С., Камилов И.К.</i>	Методологические проблемы автоматизированного формирования образовательных программ в рамках ФГОС ВПО.....103
<i>Варнавский А.Н.</i>	Дистанционные курсы, учитывающие текущее психофизиологическое состояние обучающегося.....112
<i>Давлеткиреева Л.З., Махмутова М.В.</i>	Инновационная модель подготовки ИТ-специалиста в образовательной среде вуза.....118
<i>Зиндер Е. З., Юнатова И. Г.</i>	От метамоделей к практике: основы устройства адаптивной системы описания и измерения профессиональных компетенций.....129
<i>Зубарева Е.В., Сухомлин В.А.</i>	Таксономия направлений диверсификации программ подготовки бакалавров и магистров в области информационных технологий.....146
<i>Иртегов Д.В., Чурина Т.Г.</i>	Мониторинг подготовки одаренных студентов и выпускников вузов, прошедших обучение в рамках специальных учебных групп.....159
<i>Ишакова Е.Н., Медведева М.В.</i>	Управление рисками подготовки будущих программных инженеров на основе методологии IDEF0.....167
<i>Каминский С.Е., Лукьянец О.Ф.</i>	Самый действенный способ научиться чему-либо самому – попробовать научить этому ... компьютер.....173
<i>Козел О.Н., Каракозов С.Д., Рыжова Н.И.</i>	Информационно-вычислительная компетентность выпускника вуза (на примере учителя информатики).....182
<i>Коржик И.А., Протасова И.В., Толстобров А.П.</i>	Тестовая система Moodle и качество тестовых заданий.....187
<i>Крюков С.В.</i>	

Разработка образовательного стандарта ЮФУ для бакалавриата по направлению подготовки «Бизнес-информатика» и ООП по профилю «Бизнес-аналитика»....	197
<i>Курзаева Л.В.</i>	
Компетентносный подход в подготовке ИТ-специалистов: обзор в поисках точки опоры.....	208
<i>Нечаев В.В., Панченко В.М., Комаров А.И.</i>	
Методическое обеспечение ИТ-образования в вузе: от технологии подготовки учебных материалов к организации индивидуальной учебной деятельности обучающегося.....	215
<i>Петухова Т.П.</i>	
Опыт модульного проектирования профессиональных образовательных программ подготовки техников-программистов в соответствии с ФГОС СПО.....	224
<i>Подбельский В.В., Максименкова О.В.</i>	
Особенности формулировок тестовых заданий по программированию.....	233
<i>Пузанкова А.Б.</i>	
Оптимизация инженерно-графической подготовки студентов.....	245
<i>Сутягин М.В., Сторожик И.В.</i>	
Международные стандарты в области технологий совместного обучения.....	256
<i>Титова С.В.</i>	
Условия успешной интеграции мобильных устройств в учебный процесс.....	262
<i>Усольцев В.Л.</i>	
Современные проблемы информатики в подготовке магистров образования по программе “Информационные технологии в физико-математическом образовании”.....	270
<i>Фёдоров А.А.</i>	
Стратегии работы с классами источников финансирования в интернет-пространстве.....	277
СЕКЦИЯ 2. E-LEARNING, ИТ В ОБРАЗОВАНИИ	289
<i>Абдалова О. И., Гураков А.В., Сметанин С. В., Шульц Д. С.</i>	
Технология организации и проведения вебинаров.....	290
<i>Брылева В.А., Сафонова О.П.</i>	
Технология организации и методического сопровождения электронной веб-ориентированной среды для учебного процесса гуманитарного профиля.....	296
<i>Воронов М.П., Часовских В.П.</i>	
Проектирование виртуального тренажера управления предприятием лесной промышленности средствами нечетких моделей и его реализация с применением средств ASP.NET	305
<i>Горохова Л.А.</i>	
Невозможное возможно: дистанционная «Школа юного переводчика» на базе LMS MOODLE.....	312

<i>Грищенко Г.А.</i>	
Разработка информационной системы «Электронное портфолио преподавателя» на платформе 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8.2.....	320
<i>Зеленко Л.С.,</i>	
<i>Загуменнов Д.А.</i>	
Принципы разработки виртуальной обучающей системы «3Ducation».....	326
<i>Исаченко А.Н.</i>	
Об использовании информационных ресурсов и программных средств в курсе «Модели данных и СУБД».....	334
<i>Матчин В.Т.,</i>	
<i>Свечников С.В.</i>	
Использование веб-системы тестирования при проведении занятий в ВУЗе.....	340
<i>Сиговцев Г.С.,</i>	
<i>Чарута М.А.</i>	
Сравнительное оценивание электронных учебных ресурсов.....	346
<i>Симонова Е.В.</i>	
Обучение распределенному решению сложных задач на основе мультиагентного подхода.....	352
<i>Тихонов А.В.,</i>	
<i>Мерзляков А.А.,</i>	
<i>Богданов В.С.</i>	
Дистанционные практики интеграции образовательного и научно-исследовательского процессов.....	363
<i>Фролов Н.Н.,</i>	
<i>Груничев А.В.,</i>	
<i>Малиованов М.В.,</i>	
<i>Хмелев Р.Н.</i>	
Опыт разработки и использования контрольно-обучающих комплексов по техническим дисциплинам (на примере дисциплины «Теплотехника»).....	371
<i>Штанюк А.А.</i>	
Системы управления проектами для поддержки учебного процесса.....	380
СЕКЦИЯ 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ЛУЧШАЯ ПРАКТИКА ИТ-ОБРАЗОВАНИЯ.....	386
<i>Астахова И.Ф.,</i>	
<i>Фалалеева Ю.Л.</i>	
Построение нечеткой гибридной системы и ее применение к образовательным структурам.....	387
<i>Демиденко А.П.,</i>	
<i>Кан М.В.,</i>	
<i>Сундеев Д.Г.</i>	
Интерактивная система оценки качества образования.....	392
<i>Колчков В.И.</i>	
Практика создания и применения образовательного интернет-ресурса.....	403
<i>Милов В.Р.,</i>	
<i>Егоров Ю.С.,</i>	
<i>Алипова Н.А.</i>	
Формирование учебного контента в интеллектуальной системе поддержки информационных процессов подразделения ВУЗа.....	412
<i>Мусаелян А.Г.</i>	

Из опыта работы по технологическому учебнику полного цикла «Математика»	423
<i>Нарышкин Д. Г.</i>	
Компьютерная математика в курсе «Физическая химия»	430
<i>Преснецова В.Ю.,</i>	
<i>Демина Ю.А.</i>	
Использование информационных технологий при управлении вузом.....	441
<i>Симонова И.В.,</i>	
<i>Козлов О.А.,</i>	
<i>Бочаров М.И.</i>	
Дидактические единицы по основам информационной безопасности в стандартах подготовки специалистов для системы образования.....	447
<i>Симуни М.Л.</i>	
Использование инструментальной системы Sparse Assist при обучении программированию задач обработки разреженных матриц.....	457
<i>Терехов А.Н.</i>	
Роль инноваций в обучении аспирантов в области программной инженерии...464	
<i>Тихоненко А.В.</i>	
Современные образовательные ресурсы на базе компьютерных технологий...474	
СЕКЦИЯ 4. ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ НОВЫХ ИТ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЙ.....	481
<i>Абашев А.В.</i>	
<i>Терин Д.В.</i>	
<i>Мурашев Д.А.</i>	
Разработка компонента для формирования библиографии и перекрестных ссылок в MSWord.....	482
<i>Абдрахманова А.М.</i>	
Использование двумерных штрихкодов для создания системы позиционирования в помещении.....	488
<i>Ваграменко Я.А.,</i>	
<i>Назаренко А.П.,</i>	
<i>Сарьян В.К.,</i>	
<i>Сущенко Н.А.,</i>	
<i>Шелупанов А.А.,</i>	
<i>Беляков К.О.,</i>	
<i>Мещеряков Р.В.</i>	
Опыт создания доверенной среды для образовательных инфокоммуникационных услуг.....	495
<i>Васильев С.Н.,</i>	
<i>Смирнова Н.В.,</i>	
<i>Суконнова А.А.,</i>	
<i>Душкин Д.Н.,</i>	
<i>Абраменков А.Н.,</i>	
Методы интеллектуализации обучающих систем.....	503
<i>Горлушко Д.С.</i>	
Особенности организации регрессионного тестирования компиляторов на вычислительных комплексах серий «Эльбрус-3m» и «МЦСТ-R».....	520
<i>Давлеткиреева Л.З.,</i>	
<i>Чусавитина Г.Н.</i>	

Анализ и установление уровня зрелости информационной инфраструктуры организации для управления непрерывностью бизнеса.....	529
<i>Ермаков Е.Ю.</i>	
Анализ и сравнение процессов обработки запроса к таблице в параллельных колоночных и строчных хранилищах данных.....	545
<i>Кадан А.М.,</i>	
<i>Кадан М.А.</i>	
Технологии бизнес-моделирования и разработка дополнительной функциональности языка ВРЕL.....	556
<i>Казенников А.О.,</i>	
<i>Трифонов Н.И.</i>	
Гибридный алгоритм синтаксического разбора для анализа новостных потоков	564
<i>Липунцов Ю.П.</i>	
Технологии организации хранения открытых связанных данных и использование их в образовании.....	575
<i>Любецкий В.А.</i>	
Компьютерное моделирование в задачах регуляции работы генов и эволюции организмов.....	586
<i>Namiot Dmitry</i>	
A peer-to-peer model for location sharing services.....	596
<i>Романов В.Ю.</i>	
Реализация метамодели языка UML на основе хранилища данных фирмы Google	605
<i>Ромасевич Е.П.,</i>	
<i>Ромасевич П.В.</i>	
Исследование влияния трафика пиринговых сетей на работу сети MetroEthernet смешанной архитектуры на основе имитационной модели.....	611
<i>Рукавичников А.В.,</i>	
<i>Базарон С.А.</i>	
Способ распознавания и оценивания ответов на тестовые задания «Типовая задача».....	619
<i>Тхан Зо У</i>	
Параллельные вычисления в системах визуализации данных.....	631
<i>Чусавитин М.О.</i>	
Применение ИТ-решений при управлении непрерывностью бизнеса.....	635
<i>Якимович Б.А.,</i>	
<i>Щенятский А.В.,</i>	
<i>Вологдин С.В.</i>	
Разработка пакета прикладных программ по повышению энергоэффективности системы централизованного теплоснабжения.....	643
СЕКЦИЯ 5. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА.....	655
<i>Агеносов А.В.,</i>	
<i>Андреева Д. Д.,</i>	
<i>Хмелькова Н.В.</i>	
Математические методы комбинированной оценки прогноза спроса в логистике	656
<i>Verkhovsky Boris S.</i>	

Parametric Presentation of Generators: Application in Cryptographic Systems Design	664
<i>Гайдамака Ю.В., Самуйлов А.К.</i>	
Модель процесса обмена данными в потоковой P2P сети с применением стратегии Layered Coding Aware Rarest-First.....	667
<i>Емельченков Е.П., Мунерман В.И., Синицын И.Н.</i>	
Опыт использования систем компьютерной математики в управлении процессом обучения математическим дисциплинам.....	673
<i>Кристалинский В.Р., Белюсов В.В.</i>	
Прогнозирование результатов обучения на основе нечеткого и хаотического моделирования.....	680
<i>Мокров Е.В., Самуйлов К.Е.</i>	
Модель облачных вычислений в виде системы массового обслуживания.....	685
<i>Мунерман В.И., Сенчилов В.В., Синицын И.Н.</i>	
Системы компьютерной математики как средство формирования детерминированного и стохастического воображения у учащихся.....	690
<i>Пархоменко С.С.</i>	
Об оценке времени выполнения приложения в распределённых вычислительных сетях.....	699
<i>Панюкова Т.А.</i>	
Алгоритм построения оптимального эйлерова покрытия для многосвязного графа.....	706
<i>Погосян К.С.</i>	
Расстояние между лингвистическими шкалами.....	714
<i>Савченко В.В., Акатьев Д.Ю.</i>	
Адаптивный алгоритм формирования фонетической базы данных для систем автоматического распознавания речи методом фонетического декодирования слов.....	725
<i>Сопин Э.С.</i>	
Анализ показателей качества функционирования SIP-сервера с гистерезисным управлением нагрузкой.....	734
СЕКЦИЯ 6. НАУЧНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ОБРАЗОВАНИИ И НАУКЕ.....	740
<i>Гайфуллин Б.Н., Туманов В.Е.</i>	
Предметно-ориентированные системы научной осведомленности в науке и образовании.....	741
<i>Кальдин Д.А., Мурашев Д.А., Клинаев Ю.В., Терин Д.В.</i>	

Оптимизация алгоритмов компьютерного моделирования трехмерного физического пространства.....	751
<i>Лепихин Т.А.</i>	
Применение компьютерной графики для визуализации процессов.....	756
<i>Митюков В.В.</i>	
Задача уточнения результатов измерений путем согласования с априорными связями.....	764
<i>Периг А.В., Голоденко Н.Н., Бойко И. И.</i>	
О расчетной гидродинамической оценке влияния входной подвижной стенки штампа на кинематические особенности вязкого течения полимерного материала при равноканальном угловом прессовании.....	770
<i>Родионов В.И.</i>	
О специальных многомерных сплайнах лагранжевого типа.....	776
<i>Романчук С. П., Терин Д.В.</i>	
Математическое моделирование композитных сред.....	781
<i>Синицын И.Н., Шаламов А.С., Корепанов Э.Р., Агафонов Е.С.</i>	
Опыт создания и обучения средствам интегрированной логистической поддержки изделий наукоемкой продукции в среде MATLAB.....	786
<i>Скрипачев В.О.</i>	
Вопросы использования Interactive Data Language при создании научных приложений.....	792
<i>Тихоненко А.В.</i>	
Системы символьной математики как технологические и математические инструменты инновационного учебного процесса.....	800
<i>Толстоуцкий В.Ю., Кузенкова Г.В.</i>	
Программное обеспечение в обучении следователей раскрытию убийств.....	810
<i>Черняев С.И., Семенов М.Г., Кондратьева С.Д.</i>	
Моделирование синергетических объектов с помощью облачных сервисов системы Mathematica.....	818
<i>Юмагулов М.Г.</i>	
Компьютерное моделирование двухпараметрических бифуркаций в задачах нелинейной динамики.....	823
СЕКЦИЯ 7. ШКОЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПО ИНФОРМАТИКЕ	831
<i>Волкова Е.П., Павлов Е.Н., Шуйкова И.А.</i>	
Дополнительное образование школьников, проявляющих способности в изучении информатики, в системе образования города Липецка.....	832
<i>Гладких И.Ю., Якушин А.В.</i>	

Изучение робототехники в средней школе.....	837
<i>Гринько О.Е.</i>	
Использование технологии проблемно-диалогического обучения как один из путей формирования интеллектуальной и творческой личности	843
<i>Крыжановская Ю.А.</i>	
Научно-исследовательская деятельность в научном обществе учащихся (секция «Информатика»).....	850
<i>Литвинов Ю.В.</i>	
Визуальные средства программирования роботов и их использование в школах	858
<i>Ожогина Е.М.</i>	
Возможности применения информационно-коммуникационных технологий в качестве средства формирования смысложизненных ориентаций старшеклассников.....	869
<i>Семилуцкая Л.В.</i>	
Использование проектной деятельности на уроках информатики в вечерней школе	874
<i>Фаттахова Г.А.</i>	
Электронный образовательный ресурс «Школа юного лесоведа» как основной инструмент обучения членов школьного лесничества.....	880
<i>Явич М.П.</i>	
Теоретические основы информатики. Концепции создания электронных обучающих средств и интеллектуальных компьютерных игр для детей.....	890
СЕКЦИЯ 8. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ И РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ, ГРИД-ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРАХ	898
<i>Астахова И.Ф.,</i>	
<i>Коробкин Е.А.</i>	
Технология CUDA для метода дискретных элементов в параллельной среде.....	899
<i>Давыдова А.П.</i>	
К вопросу о реализуемости процесса анализа устойчивости систем управления на параллельных платформах.....	904
<i>Лупин С.А.,</i>	
<i>Тан Шейн,</i>	
<i>Чжо Мью Хтун</i>	
Параллельная реализация алгоритмов дискретной оптимизации.....	912
<i>Посыпкин М.А.</i>	
Грид-систем из персональных компьютеров в России: текущее состояние и перспективы.....	919
<i>Сорокин А.И.</i>	
Сравнительный анализ инфраструктур для облачных вычислений.....	926
<i>Си Ту Тант Син</i>	
Параллельные и последовательные варианты метода динамического программирования	932
<i>Устименко О.В.</i>	
Архитектура информационной среды для доступа и использования данных, полученных при зондировании Земли из Космоса.....	939
<i>Храпов Н.П.</i>	

Применение технологии виртуализации для изучения комбинированных вычислительных инфраструктур.....	951
<i>Чжо Мью Хтун,</i>	
<i>Чжо Чжо Лин</i>	
Точность итерационного алгоритма решения задачи распределения нагрузки в системах обслуживания.....	958
СЕКЦИЯ 10. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ И УПРАВЛЕНИЯ.....	963
<i>Бондаренко М.А.</i>	
Программное и алгоритмическое обеспечение системы технического зрения по автоматизированной обработке изображений ближнего космоса.....	964
<i>Веремей Е.И.</i>	
Вопросы оптимизации цифровых систем управления и обработки сигналов....	974
<i>Вэй Ян Лвин, Щагин А.В.</i>	
Адаптивная система автоматического управления движением.....	983
<i>Еремеев В.В.</i>	
Некоторые аспекты структуризации сеансов спутниковой связи.....	988
<i>Жабко А.П.,</i>	
<i>Медведева И.В.</i>	
Оценка области асимптотической устойчивости решений дифференциально-разностных систем запаздывающего типа.....	995
<i>Коровкин М.В.</i>	
Реализация цифровой системы управления трубогибочным станком.....	1002
<i>Кристалинский Р.Е.,</i>	
<i>Белюсов В.В.</i>	
Опыт решения задач об отыскании оптимального управления для линейных систем с постоянными коэффициентами и приводимым к ним	1007
<i>Медведев М.С.</i>	
Алгоритм фонемной сегментации в модуле обучения системы распознавания речи.....	1012
<i>Смирнов М.Н.</i>	
Оптимизация управления подвижными объектами с ограниченными внешними возмущениями	1018
<i>Смирнова М.А.</i>	
Многоцелевое управление подвижными объектами в режиме реального времени.....	1025
<i>Сотникова М.В.</i>	
Синтез робастного цифрового регулятора для системы магнитной левитации	1033