



*На правах рукописи*

**ЕЛЬЦИН АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**

**ГИПЕРТЕКСТОВЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ ДЛЯ  
ОБУЧЕНИЯ ПО ЭКОНОМИЧЕСКИМ  
ДИСЦИПЛИНАМ**

Специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные методы  
экономики

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук**

**16 ИЮН 2011**

Москва – 2011

Работа выполнена на кафедре информационных технологий и телекоммуникаций  
ГОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет».

Научный руководитель:	доктор философских наук, кандидат физико-математических наук, профессор <b>Пасхин Евгений Николаевич</b>
Официальные оппоненты:	доктор экономических наук, профессор <b>Демин Игорь Святославович</b> доктор экономических наук, профессор <b>Пушкарев Николай Федосеевич</b>
Ведущая организация	Центральный экономико- математический институт РАН

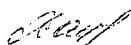
Защита состоится «27» июня 2011 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д.446.004.01 в ГОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет» по адресу: 125993, г. Москва, ул. Смольная, д. 36, ауд. 209.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Российский государственный торгово-экономический университет».

С авторефератом можно ознакомиться на сайте Российского государственного торгово-экономического университета: [www.rsute.ru](http://www.rsute.ru).

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Харакоз Ю.К.

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в экономике любой развитой страны или региона обладание экономической информацией пределяет темпы развития экономики. Информационный компонент является оминирующим в любой деятельности. Степень развития информационного компонента становится одновременно индикатором развития страны или региона. По мнению американского исследователя Э. Брукинга, «Интеллектуальный капитал – это термин для обозначения нематериальных активов, без которых компания не может существовать, усиливая конкурентные преимущества. Основными частями интеллектуального капитала являются: человеческие ресурсы, интеллектуальная собственность, инфраструктурные и рыночные активы. Под человеческими активами подразумевается совокупность коллективных навыков сотрудников предприятия, их творческих способностей, умения решать проблемы, лидерских качеств, предпринимательских и управленческих навыков»<sup>1</sup>. Интеллектуальный капитал, наряду с другими видами капитала, является важным фактором развития экономики. Компания может увеличить свой интеллектуальный капитал, инвестируя в обучение своих сотрудников. Данная диссертация посвящена проблеме совершенствования технологий компьютерной поддержки обучения по экономико-прикладным дисциплинам.

На современном уровне развития культуры («системно-информационная культура» согласно отечественному исследователю Н.Н. Моисееву) во все области знания проникают математические и информационные методы. Экономисты вынуждены работать с математическими методами в компьютерных инструментальных системах, что влечет за собой необходимость владения математикой, программированием и навыками работы в инструментальных системах компьютера – «рациональной грамотностью». Экономист в современных условиях изучает множество курсов как собственно экономических, так и курсов по другим дисциплинам. Роль рациональной части курсов (курсы по

---

Брукинг, Э. Интеллектуальный капитал: ключ к успеху в новом тысячелетии / Пер. с англ. под ред. Л. Н. Ковачин. Питер, 2001

математике, программированию, информатике) – в «увязывании» между собой различных предметов. Эта роль фундаментальна для формирования межпредметного охвата изучаемых дисциплин.

Увеличение числа учебных дисциплин вызывает увеличение числ изучаемых курсов. Кроме традиционных книг на бумажных носителях, широко распространение в последнее десятилетие получили электронные книги гипертекстовые документы сети Интернет. С ростом сложности используемы экономистами компьютерных инструментальных систем, усложняются и учебны курсы. Источников информации становится все больше, и учащемуся все трудне в них ориентироваться. Следовательно, необходимо обеспечить условия дл развития учащегося при наличии множества сложно организованных учебны материалов. Это формирует противоречие в исследуемой проблеме: межд увеличением количества источников информации и их усложнением отставанием технологий работы с учебным материалом.

Новые информационные технологии широко применяются в област образования. Использование компьютера в обучении становится повсеместны Компьютерные системы (здесь и далее термины «компьютерная обучающ-система» и «тренажер» являются синонимами) поддерживают различные аспект образования, облегчая труд преподавателей и повышая доступность информации для студентов. Однако компьютерной системы, которая позволила б интегрировать используемые в течение всего периода обучения материалы дл формирования целостного (межпредметного) охвата учебных дисциплин, до си пор не создано. Такая система должна быть «дневником интеллектуальног развития» студента, фиксировать его деятельность с учебным материалом помогать структурировать имеющиеся знания и получать новые путе подключения к системе новых учебных курсов. Автором предлагается создани системы «Интеллектуальное компьютерное место экономиста» для поддержк непрерывного обучения.

**Степень разработанности проблемы.** На проходившей в 2009 г. Монреале 21-й Международной объединенной конференции по искусственному

интеллекту в ряде докладов создание интеллектуальных обучающих систем пределяется как междисциплинарная область, объединяющая достижения таких траслей знания, как искусственный интеллект, теория познания, обучение. уществующие компьютерные обучающие системы обычно делят на два класса: нтеллектуальные обучающие системы и системы дистанционного обучения. нтеллектуальные обучающие системы используют технологии искусственного нтеллекта для моделирования предметной области и развития учащегося. днако такие системы обычно специализированы для работы в одной предметной бласти. Для работы в другой предметной области требуется ерепрограммирование базы знаний системы. Системы дистанционного обучения аправлены на поддержку обучения через Интернет, мультимедийность и ипертекстовое представление учебных материалов. Зачастую такие системы ниверсальны, т. е. могут использовать любой учебный материал, оответствующий выбранному стандарту. В настоящее время актуально создание истем, сочетающих в себе преимущества систем обоих классов.

Исследования по созданию интеллектуальных обучающих систем ведутся о многих отечественных и зарубежных институтах и университетах. Важную оль в этой области знаний имеют работы отечественных и зарубежных авторов . Поспелова, Г. Атанова, А.И. Башмакова, И.А. Башмакова, П. Брусиловского, .П. Вулфа, Дж. Андерсона, К. Конати, Дж. Брауна, Д. Слимана, Е. Венгера и др. ажды два года проводится международная научная конференция «Интеллектуальные обучающие системы». Доклады по обучающим системам егулярно присутствуют в программах ведущих мировых научных конференций о искусственному интеллекту.

Проблемы совершенствования экономических информационных систем и нформационных технологий разрабатывались в трудах Т.П. Барановской, .П. Бочарова, В.И. Варфоломеева, Е.Н. Ефимова, А.Н. Ильченко, .И. Калиниченко, В.А. Камаева, В.В. Дика, Б.Е. Одинцова, Н.М. Абдикеева, .П. Грибанова, Н.Ф. Пушкарева, И.С. Демина и других отечественных и арубежных ученых.

Однако необходимо отметить, что, несмотря на примеры успешного создания специализированных обучающих систем, работающих в фиксированно предметной области, и систем управления обучающим контентом, работающих с специально подготовленными для них учебными курсами, до сих пор не созданы системы, работающей с учебными материалами на основе электронных книг гипертекстовых документов в широкой предметной области (экономически дисциплины) и при этом ориентированной на формирование у учащегося целостного представления об изучаемых предметах.

**Область настоящего исследования** соответствует специальности 08.00.1 – «Математические и инструментальные методы экономики» паспорт номенклатуры специальностей научных работников ВАК Минобрнауки России ( 2.6 «Развитие теоретических основ методологии и инструментария проектирования, разработки и сопровождения информационных систем субъекто экономической деятельности: методы формализованного представлении предметной области, программные средства, базы данных, корпоративные хранилища данных, базы знаний, коммуникационные технологии»; п. 2. «Развитие гипертекстовых технологий и разработка модельных тренажеров сфере педагогической деятельности по обучению экономическим специальностям и подготовке управленческих кадров»).

**Объектом исследования** является система обучения по экономическим дисциплинам на основе современных компьютерных технологий и систем.

**Предметом исследования** являются гипертекстовые тренажеры основанные на метазнаниях, для обучения по экономическим дисциплинам.

**Целью исследования** является создание гипертекстового тренажера по экономическим дисциплинам, направленного на формирование целостного представления учащегося об изучаемых предметах.

Для достижения указанной цели в исследовании поставлены следующие задачи:

- Спроектировать архитектуру системы «Интеллектуальное компьютерное место экономиста» (далее – «система») и основные алгоритмы ее работы на основе анализа состояния проблемной области.
- Разработать модели представления учебных материалов и алгоритмы работы с ними, позволяющие строить связи между курсами различных предметных областей.
- Разработать метод создания технологий гипертекстовой навигации по учебным материалам и их визуализации в виде графов.
- Разработать методику подготовки электронных учебных материалов на основе электронных книг.
- Разработать методику подготовки семантически связанных учебных курсов в предметной области по экономическим дисциплинам.
- Выработать критерии оценки экономической эффективности разработанной системы при решении практических задач образовательной деятельности экономических вузов и провести ее оценку.

**Теоретическая и методологическая основа исследования.** В теоретической части работы использованы методы системного анализа и синтеза, математического и компьютерного моделирования. В практической части работы использованы объектно-ориентированные технологии проектирования, методы искусственного интеллекта, интеллектуального анализа данных, экспериментальных исследований и экспертных оценок.

**Информационной базой** исследования послужили выбранные в соответствии с задачами исследования учебные материалы по математике, информатике и экономике. Эти учебные материалы были использованы для подготовки семантически связанных учебных курсов по экономико-прикладным дисциплинам.

**Научная новизна** работы заключается в разработке комплекса методик обработки учебного материала в целях создания интеллектуальной обучающей системы, ориентированной на формирование у учащегося целостного

представления о предметной области, что является новым решением актуально задачи разработки математических моделей и инструментальных средств в сфере обучения экономико-прикладным дисциплинам.

В диссертации получены следующие результаты, которые отвечают требованиям научной новизны и выносятся на защиту:

- Спроектирована архитектура системы «Интеллектуальное компьютерно место экономиста» как среды для работы с электронными учебным документами в целях формирования целостного представления о изучаемых предметах.
- Разработана новая модель представления электронных учебных материалов в виде семантически связанных учебных курсов с поддержкой гипертекстовой навигации и визуализации учебного материала в виде графов. Для связывания курсов между собой используется разработанный автором алгоритм выделения синтезирующей структуры учебного материала.
- Разработаны новые технологии гипертекстовой навигации, которые расширяют традиционное понятие гиперссылки и повышают скорость навигации по учебному материалу.
- Разработана новая методика подготовки электронных учебных документов на основе существующих в электронном и бумажном виде учебных материалов.
- Разработана новая методика подготовки семантически связанных учебных курсов предметных областей по экономико-прикладным дисциплинам, которая позволяет с минимальными временными затратами подготавливать электронные учебные материалы с использованием межпредметных связей.
- Выработаны критерии оценки экономической эффективности предлагаемой системы и на основе оценки по этим критериям показано, что использование системы в образовательной деятельности экономических вузов экономически целесообразно, т. к. дает экономический эффект в виде



экономии денежных средств и времени в задачах подготовки электронных учебных материалов, разработки тезаурусов и комплектования библиотечных фондов.

**Практическая значимость исследования.** Разработанные модели электронных учебных курсов, технологии гипертекстовой навигации и графовой визуализации могут быть применены при обучении по экономико-прикладным дисциплинам. Реализованные инструментальные средства могут использоваться и формировании электронных учебных курсов по различным дисциплинам. Технологии обработки документов, разработанные в ходе выполнения диссертационного исследования, также могут быть использованы для создания электронных библиотек и каталогов, в подготовке словарных статей.

**Апробация результатов исследования.** Система прошла апробацию в РГТЭУ на факультете информационных технологий на кафедре информационных технологий и телекоммуникаций в лаборатории проблем информатизации в торговой-экономической деятельности, а также в Академии ГПС МЧС России на кафедре специальной электротехники, автоматизированных систем и связи (подтверждено соответствующими актами о внедрении). Методика подготовки электронных учебных материалов реализована автором в программной системе, которая позволяет с высокой степенью автоматизации создавать электронные учебные материалы для системы на основе электронных книг. В ходе экспериментальной проверки методики с ее помощью были подготовлены электронные учебные материалы по экономико-прикладным дисциплинам. По итогам диссертационного исследования были сделаны доклады на международных научных конференциях: «Национальные традиции в экономике, торговле, политике и культуре» (г. Москва, РГТЭУ, 2009 г.); «Ценности и интересы временного общества» (г. Москва, РГТЭУ, 2010 г.); «Ломоносовские чтения» (РГТЭУ им М.В. Ломоносова 2007, 2008, 2009, 2010 гг.); «Студенческая весна» (РГТЭУ им. Баумана 2007, 2009, 2010 гг.).

**Публикация результатов исследования.** Основные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования изложены в 7 опубликованных

работах, включая 3 статьи в сборнике, рекомендованном ВАК РФ. Общий объем публикаций 3,6 печ.л. (из них авторских – 3,3 печ.л.).

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения и 3-х глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Текст диссертации изложен на 199 страницах машинописного текста, содержит 40 рисунков и 4 таблицы, библиографический список включает 104 наименования.

## **II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТЫ**

**Во введении** показаны актуальность, новизна и практическая ценность исследования, изложены задачи диссертационной работы, представлены полученные автором основные научные результаты, апробация работы и структура диссертации.

**В первой главе «Анализ состояния проблемной области»** рассматривается проблема обучения по экономико-прикладным дисциплинам в условиях «информационного взрыва» – увеличения количества доступных учебных материалов на электронных и бумажных носителях и усложнения учебных дисциплин, математических методов и компьютерных инструментальных систем, используемых в практической деятельности экономистов. При рассмотрении общей характеристики задачи автором показано, что в современных условиях для формирования целостного представления учащегося об изучаемых предметах необходимо разработать новые модели представления электронных учебных материалов для компьютерных обучающих систем. Для связывания между собой различных учебных материалов необходима их гипертекстовая обработка для выделения в них синтезирующих структур. Рассмотрена классификация компьютерных средств учебного назначения.

Автором приводится анализ существующих компьютерных средств учебного назначения. Вначале рассматриваются принятые критерии оценки качества электронных учебных материалов, на их основе сформулированы требования к создаваемым моделям учебных материалов. Критерии оценки учебных материалов делятся на содержательные, дидактические, технические и

дизайн-эргономические. Среди технических и дизайн-эргономических критериев выделены: возможность подключения дополнительных источников знаний, в т. ч. ресурсов сети Интернет, удобство и эффективность навигации, поиска и анализа учебных материалов. Среди содержательных и дидактических критериев выделены: формирование целостной картины мира, установление связи данной области знания со смежными областями, использование развивающих компонентов в обучении, развитие способности самостоятельного приобретения знаний, умений, навыков, стимулирование познавательной активности, адаптивность обучающей системы к индивидуальным особенностям обучаемого. Кроме того, в работе рассмотрены существующие критерии оценки экономической эффективности информационных систем. Разработка и внедрение информационной системы являются экономически целесообразными, если ее использование ведет к экономии денежных, трудовых или временных ресурсов. В заключение, как следствие, рассматриваются достижения в развитии интеллектуальных обучающих систем в отношении данной задачи.

При рассмотрении теоретической основы для выполнения работы описаны педагогические и математические теории, которые легли в основу разработки системы «Интеллектуальное компьютерное место экономиста». Используется методика «Универсального обучения», задачей которой является формирование у учащегося целостной картины изучаемых предметов. Важной особенностью экономической предметной области является широкое использование математических методов и информационных систем. Поэтому в качестве концептуальной основы предметной области используется «фундамент учебного курса» – совокупность структурированных учебных материалов, необходимых для выстраивания связей между учебными материалами различных предметных областей (межпредметных связей). Концептуальная основа предметной области системы (математика, программирование, информатика) формализуется при помощи используемой модели предметной области.

Таким образом, в первой главе показано, что для решения задачи формирования целостного представления учащегося об изучаемых предметах в

современных условиях необходима адаптация гипертекстовых технологий с целью выявления синтезирующих структур; приведены критерии качества электронных учебных материалов и экономической эффективности обучающих систем и показано, что полных аналогов разрабатываемой системе по широте охвата предметной области (математика, информатика, программирование, математические и информационные методы экономики), предложенному подходу к структурированию предметной области, ориентированности на целостное (синтезирующее) представление учебных материалов пока не создано; рассмотрены теоретические основы представления в системе учебных материалов и формирования межпредметных связей.

**Во второй главе «Проектирование интеллектуального компьютерного места экономиста»** на основе изложенных в первой главе теоретических основ построения системы автором проведено проектирование интеллектуального компьютерного места экономиста и разработано представление учебных материалов для системы, приведены модели электронных учебных материалов и алгоритмы выстраивания связей между ними. На основе предложенной классификации курсов по уровню концептуальности изложения учебного материала предложена методика иерархической структуризации учебного материала. Предметной областью для системы являются курсы по экономико-прикладным дисциплинам и поддерживающие их учебные материалы, содержащие математическую основу используемых в экономических курсах методов. Необходимо отметить, что подбор учебных материалов для системы осуществляется при участии эксперта в выбранной предметной области. Автором разработаны инструменты для подготовки и анализа электронных учебных материалов, которые облегчают труд эксперта по подбору и подготовке курсов.

Система при формировании электронных учебных документов основывается на существующих учебных материалах на бумажном и электронном носителях. Исходя из этого разработана модель представления учебных материалов, которая позволяет проанализировать структуру документа, соответствующую авторскому представлению о нем. Авторский курс в системе

имеет следующее многоуровневое представление:  $K = \langle U_p; U_\pi; UCET; L; P^{Aem} \rangle$ , где  $U_p$  – множество понятий курса (обычно берутся из предметного указателя книги),  $U_\pi$  – курс как концептуальная совокупность пример-проблем (основных теорем, примеров, результатов курса),  $UCET$  – курс как синтезирующая совокупность структурных единиц текста – минимальных синтезирующих единиц, охарактеризованных вхождениями понятий,  $L$  – древовидная логическая структура курса на основе его оглавления,  $P^{Aem}$  – авторские предикаты, фиксирующие связность выделенных элементов курса (с точки зрения авторского представления текста). Связь между структурными единицами текста становится по наличию в них общих понятий, связь между понятиями становится по их общим вхождениям в структурную единицу текста. Связи позволяют представить структуры курса в виде графов. Это позволяет применять методы теории графов для анализа учебных материалов, например алгоритмы поиска пути в графе для связывания учебных материалов между собой.

Учебный курс системы состоит из «фундамента учебного курса» и иерархически структурированных профессиональных авторских курсов. Для формирования фундамента учебного курса системы используются концептуальные курсы (курсы с доступным изложением проблем-заданий – фундаментальных теорем, служащих математической основой предметной области). За счет обработки материала эти курсы имеют хорошую связность друг с другом. Профессиональные курсы (в т. ч. курсы, ориентированные на экономистов) отображаются на фундамент учебного курса. Это позволяет обеспечить учащемуся целостное представление об изучаемом материале и его расположении в предметной области, о взаимосвязях с другими учебными материалами и возможностях для интеллектуального развития на базе связывания учебных материалов.

Фундамент учебного курса  $\mathcal{K}$  формируется на основе специально подобранных учебных материалов с представлением знания в виде логического вывода теорем из зафиксированных аксиом (назовем это «логической упаковкой

знания»). Фундамент учебного курса обеспечивает отображения понятий из индекса учебного курса (сформирован экспертом в предметной области на основе ее анализа) на понятия авторских курсов с целью связать проблем-задания учебного курса с пример-проблемами авторских курсов. Проблем-задание содержит общую формулировку фундаментальной проблемы (теорема, фиксирующая определенное достижение математического знания), которая поясняется с помощью соответствующих ему пример-проблем фундамента учебного курса. Учебный курс в системе представляется в виде  $\langle UK_a; \cup Z_b; I = \cup P_r \rangle$ . Поясним формулу:  $UK_a$  – фундамент учебного курса и совокупность иерархически структурированных авторских курсов,  $\cup Z_b$  – совокупность проблем-заданий,  $I = \cup P_r$  – индекс учебного курса.

Иерархическая структуризация учебного материала осуществляется путем расположения учебных материалов в трехуровневые цепочки, построенные на основе проблем-заданий. Интерфейс-индекс, используемый для связывания курсов между собой, – это совокупность кортежей, каждый из которых обозначает связь двух понятий разных курсов. Сверху расположено проблем-задание  $Z$ , которое мы хотим раскрыть в данной цепочке. Далее в три уровня расположены курсы в порядке убывания концептуальности изложения учебного материала:  $Z \xrightarrow{IntInd_1} \overline{K}_1 \xrightarrow{IntInd_2} \overline{K}_2 \xrightarrow{IntInd_3} \overline{K}_3$ , где  $Z$  – проблема-задание,  $\overline{K}$  – уровни курсов,  $IntInd$  – интерфейс-индексы.

Уровни курсов: Концептуальные курсы (фундамент учебного курса)  $\overline{K}_1$  представлены курсами с изложением концептуальной основы предметов. Они служат источниками ясного представления пример-проблем, лишенного подробного изложения деталей, свойственного курсам, ориентированным на профессиональное развитие учащегося в предмете (такие подробности затрудняют понимание фундаментальных проблем). Подробные курсы  $\overline{K}_2$  представлены курсами с логической упаковкой знания, легко поддающейся анализу. В них пример-проблемы имеют профессиональную разработку

позволяющую рассмотреть их с точки зрения тех целей, которые преследовал автор при создании курса. Профессиональные курсы  $\overline{K_1}$  – представлены с описанием применения методов подробных курсов к решению профессиональных задач. Примеры – руководства по языкам программирования, книги из серии «Математика в экономике».

Межпредметные связи в системе определяются как семантические связи между курсами, используемые для формирования целостного (синтезирующего) представления о предметной области. Межпредметные связи строятся как пути в комбинированном графе пример-проблем учебного курса (объединение графов пример-проблем авторских курсов происходит с использованием интерфейс-индексов). Связывание далеких между собой авторских курсов  $K_A$  и  $K_B$  (рис. 1) происходит путем поиска для них наиболее близких по множеству понятий курсов фундамента учебного курса, после чего ищется путь в общем графе пример-проблем курсов.

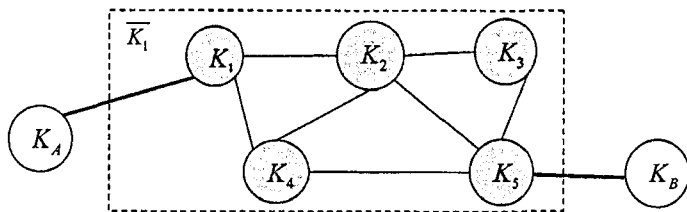


Рис. 1. Межпредметные связи

Поясним рис. 1: курсы фундамента учебного курса обведены прямоугольником, отмеченным  $\overline{K_1}$ . Тонкими линиями обозначены связи между курсами фундамента учебного курса, толстыми – связи выбранных курсов  $K_A$  и  $K_B$  с курсами фундамента. Алгоритм построения межпредметных связей приведен на рис. 2:

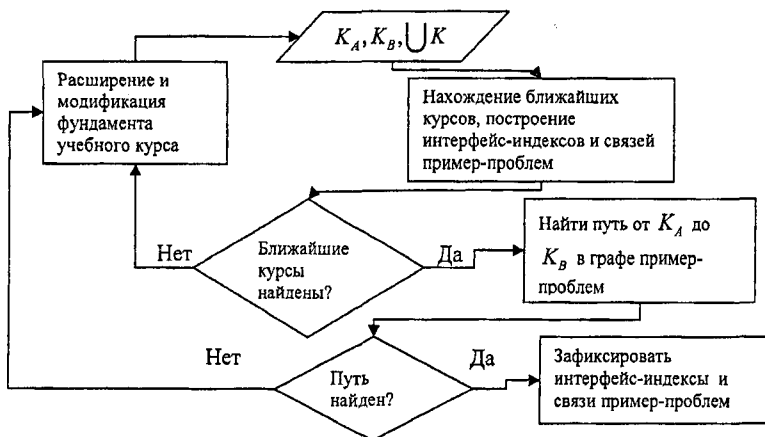


Рис. 2. Алгоритм построения межпредметных связей

В рамках построения математических моделей для интеллектуального компьютерного места экономиста проводится процесс формализации обучения в системе на основе изучения языка второй грамотности. Приведено схематическое описание процесса обучения в двух вариантах – в рамках изучения одного авторского курса и в рамках всей предметной области. Для описания интеллектуального состояния учащегося автором вводится динамическая модель учащегося (ДМУ). Динамическая модель учащегося рассматривается в двух видах – в рамках сеанса работы с отдельным курсом и в рамках работы со всей моделью предметной области. Также динамическая модель учащегося хранит историю работы учащегося в системе, что позволяет организовать повторение изучения материала в условиях непрерывного образования. Динамическая модель учащегося в рамках всей предметной области выражается в виде:  $Y_M = \langle UZ, U_{P_{\text{пр}}}, S, Y_K, H_M \rangle$ , где  $UZ, U_{P_{\text{пр}}}$  – множество проблем-заданий и понятий учебного курса, известных учащемуся,  $S$  – точка метамодели предметной области, соответствующая текущему учебному материалу,  $Y_K$  – модель учащегося в рамках того курса, с которым он в данный момент работает,  $H_M$  – история работы учащегося в рамках всей предметной области, в которой хранится информация о его сеансах работы. Целевая модель учащегося в рамках всей предметной области представляется в виде:  $\bar{Y}_M = \langle \bar{UZ}, \bar{U}_{P_{\text{пр}}}, \bar{S} \rangle$ , где  $\bar{UZ}$  –



множество проблем-заданий учебного курса,  $\cup \bar{p}_{\text{в}}$  – множество понятий языка второй грамотности,  $\bar{S}$  – точка с координатами (Специальное, Информатика, Современный аксиоматический метод) – максимальная цель обучения в системе. Функция рассогласованности ДМУ  $\rho$  вводится как характеристика несоответствия знания учащегося знанию системы:  $\rho(Y, \bar{Y}) = \langle \text{Diff}(G_K, \bar{G}_K) \rangle$ , где  $\text{Diff}(G, \bar{G})$  – функция рассогласования графов  $G = \langle p, P \rangle$  и  $\bar{G} = \langle \bar{p}, \bar{P} \rangle$ , где  $p$  – понятия (вершины графа),  $P$  – предикаты (ребра графа). Функция рассогласования графов вводится как симметрическая разность множеств вершин и ребер данного графа:  $\text{Diff}(G, \bar{G}) = \langle p \square \bar{p}, P \square \bar{P} \rangle$ . Процесс обучения в системе можно рассматривать как процесс минимизации функции рассогласованности  $\rho$ .

Для соответствия интересам классов пользователей системы – учащихся, преподавателей и экспертов – в предметной области автором разработана трехуровневая клиент-серверная архитектура системы, введены уровни функционирования системы – Рабочее место (РМ), Обучающая система (ОС), Интеллектуальная обучающая система (ИОС). «Рабочее место» является адаптивной средой пользователя для исследования, поиска и хранения документов посредством навигации с учетом истории взаимодействия с ними. Главной целью этого уровня является обеспечение учащегося условиями для работы с отдельными авторскими курсами при использовании учебного курса – «прочтение» авторского курса с привлечением дополнительных учебных материалов. Главной целью уровня «Обучающей системы» является создание среды, в которой учащийся сможет работать с учебным курсом. Учебный курс на этом уровне зафиксирован. Учащийся выбирает проблем-задания, которые он хотел бы освоить, и система подбирает для него материалы разного уровня сложности. Уровень «Интеллектуальная обучающая система» является развитием уровня «Обучающей системы» до системы искусственного интеллекта на базе интеллектуальных операций.

На рис. 3 приведена модульная структура системы, построенная на основе клиент-серверной архитектуры.

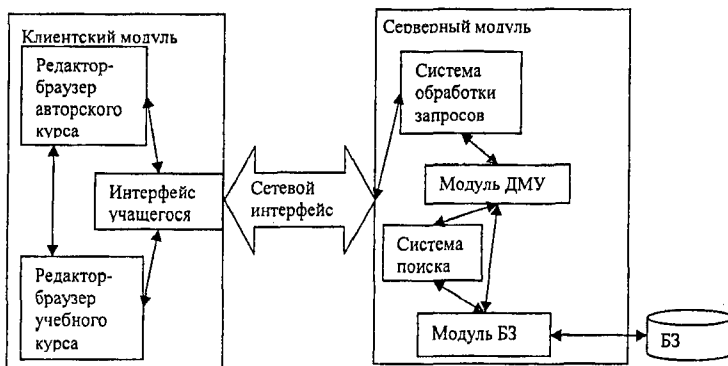


Рис.3. Модульная структура системы.

Автором подробно рассмотрены клиентский модуль (обеспечивает редактирование, навигацию и анализ учебных материалов), серверный модуль (обрабатывает запросы клиентского модуля, взаимодействует с базой знаний) и сетевой интерфейс, обеспечивающий взаимодействие вышеуказанных модулей. База знаний системы служит для хранения метазнаний о предметной области, учебных материалов и пользовательской информации.

В рамках клиентского модуля автором разработаны новые виды гипертекстовой навигации по курсу. Реализованы следующие виды гипертекста:

- Традиционное представление – гипертекст на основе понятий. Две структурные единицы текста (СЕТ) считаются связанными, если множества их понятий пересекаются. Коэффициент связности вычисляется как отношение количества общих понятий СЕТов к сумме количеств понятий связанных СЕТов.
- Логическое представление – гипертекст в соответствии с логической иерархией курса, позволяющий соотносить пример-проблемы курса с элементами оглавления и проводить навигацию по ним.
- СЕТовый гипертекст, построенный в соответствии с логической иерархией курса. Данный вид гипертекста построен на логической иерархии курса.

Чем ближе друг к другу находятся элементы в этой иерархии, тем выше их коэффициент связности.

- Синтезирующе-СЕТовый гипертекст – гипертекст, в котором элементы считаются связанными тогда и только тогда, когда они относятся к одному синтезирующему элементу. В качестве синтезирующих элементов выступают пример-проблемы.
- Гипертекст пример-проблем – гипертекст, позволяющий проводить навигацию в рамках пример-проблем. Соответственно, близкими считаются элементы текста, относящиеся к одной пример-проблеме.
- Гипертекст рассогласования представлений пример-проблем, СЕТов, логической структуры. Под рассогласованием понимается поиск связанных элементов не по всему курсу, а только по части курса, выбранной учащимся.

Таким образом, во второй главе показано, что разработанные автором модели и алгоритмы позволяют строить семантически связанные учебные курсы, что является решением одной из главных задач исследования; приведено описание модулей системы, их взаимодействия между собой для их экспериментальной реализации и спроектирована структура базы знаний для хранения учебных материалов и проведения их экспериментальных исследований; показано, что спроектированная архитектура системы отвечает целям и задачам исследования и позволяет приступить к реализации прототипа системы для проведения экспериментальных исследований учебного материала.

**Третья глава «Экспериментальная реализация интеллектуального компьютерного места экономиста»** посвящена экспериментальной реализации системы. В ней описаны разработанная автором система подготовки учебных материалов, реализованные автором прототипы серверного и клиентского модулей системы. На основе разработанных программных средств автором был проведен эксперимент по созданию семантически связанных учебных курсов по экономико-прикладным дисциплинам. На основе результатов эксперимента автором проверены адекватность и корректность используемых моделей и

методик. Приведены расчеты, показывающие экономическую целесообразность внедрения системы в образовательную деятельность экономического вуза.

Для создания учебных материалов на базе существующих учебных пособий на электронном и бумажном носителях автором разработана методика подготовки учебных материалов и реализованная на ее основе система подготовки учебных материалов (авторской поддержки). Эта система дает возможность в автоматизированном режиме подготавливать авторские курсы из документов в формате электронной книги, что позволяет использовать в качестве учебных материалов для системы различные источники знания – от книг на бумажном носителе до документов сети Интернет. Приводится методика подготовки авторского курса (рис. 4) для перевода его в разработанный автором формат электронного документа. Приведено описание средств для работы с авторскими и учебными курсами с целью выстраивания иерархии учебного материала и построения межпредметных связей.

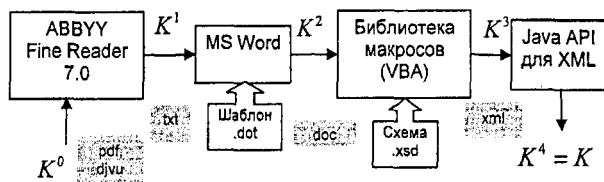


Рис. 4. Методика подготовки авторского курса

Методика подготовки авторского курса из состояния электронной книги  $K^0$ :

1. Используется программа для оптического распознавания текста. На выходе – неструктурированный текст  $K^1$ .
2. Обработка распознанного текста средствами Microsoft Word – получаем текст  $K^2$  с ориентирами для разметки структуры.
3. Макробiblioteca для Microsoft Word – первичная разметка структур документа – получаем  $K^3$  (XML-представление предварительной обработки структуры).
4. Программа «Погружение знания» (на Java) для окончательной разметки структур документа и его анализа – получаем  $K^4$ .

Для окончательного редактирования и настройки учебных материалов используется разработанный автором редактор-браузер авторского курса.

Автором разработано два алгоритма: для автоматизированного поиска пример-проблем в тексте курса – алгоритм на базе регулярных выражений (теоремы, задачи, примеры обычно выделены в тексте) и алгоритм автоматизированной генерации предметного указателя на основе текста книги, использующий устойчивые шаблоны сочетаний частей речи.

Для проверки предложенных в работе моделей и алгоритмов автором проведён эксперимент на учебном материале по экономико-прикладным дисциплинам. Эксперимент включает в себя подготовку электронных учебных материалов как по курсам, ориентированным на студентов-экономистов (математическим и информационным методам в экономике), так и по математическим дисциплинам (база для изучения рационального языка). Материал подбирался для демонстрации описанных в диссертации методов на примере «решение задач линейного программирования в Excel». Выбранные курсы уровней  $\overline{K}_1$  и  $\overline{K}_2$  (для обучения рациональному языку), а также курсы для экономистов уровня  $\overline{K}_3$  рассмотрены с точки зрения учебных целей системы. Предложены варианты построения цепочек учебного материала для поддержки выбранных проблем-заданий и схема выстраивания выбранных курсов в сбалансированную иерархическую структуру для обеспечения развития учащегося. Реализованный прототип системы и учебные материалы, полученные в результате эксперимента, были оценены по приведенным выше критериям качества электронных учебных материалов. Выяснилось, что созданная система подготовки учебных материалов позволяет в короткие сроки в автоматизированном режиме подготавливать электронные учебные материалы, а разработанные модели учебных материалов и методы работы с ними позволяют повысить эффективность поиска, навигации и анализа учебных материалов. Кроме того, с точки зрения дидактических критериев, система позволяет

построить межпредметные связи, т. е. решает задачу формирования целостного представления учащегося об изучаемых предметах.

Экспериментальная реализация показала возможность создания семантически связанных учебных курсов по экономико-прикладным дисциплинам по описанным в диссертации методикам. Проверена адекватность моделей авторского и учебного курсов. Подтверждена работоспособность предложенной методики подготовки авторских курсов из электронных документов и алгоритмов (построение предметного указателя, поиск пример-проблем, понятий в структурных единицах текста). Важным достижением стало то, что удалось экспериментально построить теоретически предсказанные межпредметные связи между авторскими курсами, используя фундамент учебного курса. Таким образом, можно заключить, что цель, поставленная в исследовании, – совершенствование качества подготовки учебных материалов, достигнута.

Для оценки экономического эффекта от внедрения системы автором построена модель оценки экономической эффективности использования системы в практической деятельности экономического вуза. В качестве критериев экономической эффективности системы взяты экономия времени и денежных средств при подготовке электронных учебных материалов по экономико-прикладным дисциплинам, комплектованию библиотечных фондов экономического вуза и подготовке тезаурусов для различных предметных областей. Расчеты по построенной модели показали экономическую целесообразность внедрения интеллектуального компьютерного места экономиста. В частности, в задаче комплектования библиотечных фондов вуза по заданному учебному плану экономия средств составит около 40%, а в задаче подготовки электронных учебных материалов система дает экономии затраченного времени примерно в 2 раза по сравнению с аналогами. Оценки экономии средств и времени получены на основе экспериментальных исследований, проведенных в ходе внедрения системы в РГТЭУ. Автором показано, что внедрение системы позволит снизить временные и денежные

траты на создание электронных учебных материалов, комплектование библиотечных фондов, составление тезаурусов и подготовку словарных статей, а также позволит сэкономить время студентов и преподавателей за счет более быстрого поиска учебных материалов, гипертекстовой навигации по ним и их графической визуализации.

Таким образом, в третьей главе представлена методика подготовки электронных учебных материалов, позволяющая в автоматизированном режиме подготавливать электронные учебные курсы и устанавливать межпредметные связи; показано, что использование системы экономически целесообразно, т. е. приводит к экономии времени преподавателей, студентов и авторов учебных материалов.

### **III. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

- Спроектированная архитектура и предложенные алгоритмы работы системы «Интеллектуальное компьютерное место экономиста» отвечают цели и задачам исследования.
- Разработанная модель семантически связанных учебных курсов с поддержкой гипертекстовой навигации и графической визуализации учебного материала повышает наглядность и скорость поиска учебного материала.
- Разработанные технологии гипертекстовой навигации повышают скорость навигации по учебному материалу.
- Разработанная и реализованная в виде программной системы новая методика подготовки авторских курсов позволяет с высокой степенью автоматизации подготавливать электронные учебные материалы для системы на основе электронных книг.
- Разработанная методика подготовки семантически связанных учебных курсов предметных областей по экономико-прикладным дисциплинам позволяет с минимальными временными затратами подготавливать электронные учебные материалы с использованием межпредметных связей.

- Использование разработанной системы в образовательной деятельности экономических вузов целесообразно, т. к. дает эффект в виде экономии денежных средств и времени на подготовку электронных учебных материалов.

#### **IV. СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Публикации в ведущих научных журналах и изданиях, рекомендованные ВАК:**

1. Ельцин А.В. Интеллектуальное компьютерное место экономиста. // Вестник РГТЭУ 2009. № 8. – 0,5 печ.л.
2. Ельцин А.В. Гипертекстовые технологии в обучении по экономико-прикладным дисциплинам // «Аудитор» 2011, № 1. – 0,5 печ.л.
3. Ельцин А.В., Нечаев Д.Ю. Межпредметные связи в обучении по экономико-прикладным дисциплинам. // Вестник РГТЭУ № 3, 2011. – 0,6 печ.л. (из них авторских – 0,3 печ.л.).

**Статьи в научных сборниках, доклады на конференциях:**

4. Ельцин А.В. Учебные материалы в ИОС // Программные системы инструменты. М.: МГУ ВМК, 2008. – 0,5 печ.л.
5. Ельцин А.В. Межпредметные связи на примере предметной области «Математические методы в экономике» // IX Васильевские чтения. Материалы международной научно-практической конференции «Ценности и интересы современного общества». – М.: Изд-во РГТЭУ, 2010. – 0,5 печ.л.
6. Ельцин А.В. Подготовка материала для интеллектуального компьютерного места экономиста. // VII Румянцевские чтения. Материалы международной научно-практической конференции «Экономика, государство и общество XXI века», М.: Изд-во РГТЭУ, 2009. – 0,5 печ.л.
7. Ельцин А.В. Интеллектуальная поддержка компьютерного места экономиста. // Сборник научных статей аспирантов и соискателей. / Под ред. С.Н. Бабурина М.: РГТЭУ, 2008. – 0,5 печ.л.



Напечатано с готового оригинал-макета

Издательство ООО "МАКС Пресс"

Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.

Подписано в печать 23.05.2011 г.

Формат 60x90 1/16. Усл.печ.л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 224.

Тел. 939-3890. Тел./Факс 939-3891.

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова,  
2-й учебный корпус, 627 к.