**Аникин Антон Викторович. Метод поиска и интеграции разнородных распределенных образовательных ресурсов на основе логического вывода на онтологии: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.01 / Аникин Антон Викторович;[Место защиты: Волгоградский государственный технический университет].- Волгоград, 2014.- 280 с.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ)

На правах рукописи

Аникин Антон Викторович



05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации

(в промышленности)

05.13.10 — Управление в социальных и экономических системах

ДИССЕРТАЦИЯ на соискание учёной степени кандидата технических наук

Научный руководитель д.т.н., профессор

Дворянкин Александр Михайлович

Научный консультант к.т.н.

Жукова Ирина Г еоргиевна

Волгоград - 2014

Оглавление

Введение 6

Глава 1. Анализ предметной области управления образовательным процессом и образовательным контентом. Постановка задач исследования 12

1. [Системы управления процессом обучения и образовательным контентом..12](#bookmark4)
2. Образовательные ресурсы и особенности их использования 14
3. Классификация образовательных ресурсов 14
4. Традиционные образовательные ресурсы 15
5. Электронные образовательные ресурсы 16
6. Стандарты описания образовательных ресурсов 19
7. Особенности использования образовательных ресурсов в процессе управления обучением 21
8. Особенности использования образовательных ресурсов в рамках поддержки компетентностного подхода 25
9. Модели, методы и инструментальные средства для поддержки процессов разработки и использования образовательных ресурсов 28
10. Модели представления образовательных ресурсов 28
11. Методы и инструментальные средства описания ЭОР 37
12. Методы поиска и интеграции образовательных ресурсов в образовательные коллекции 39
13. Постановка задачи и цели исследования 43

[Глава 2. Разработка информационно-логической модели предметной области 44](#bookmark17)

1. Структурный анализ систем управления обучением и образовательным контентом 45
2. Схема управления образовательным контентом 47
3. [Анализ процессов создания и управления образовательным контентом 49](#bookmark23)
4. Объектная модель предметной области 57
5. Общие требования к модели представления знаний и данных 61
6. Основные результаты и выводы 65

Глава 3. Интегрированная онтологическая модель представления знаний 67

1. Метаонтология предметной области построения персонифицированных электронных образовательных коллекций 67
2. Онтологическая модель предметной области учебной дисциплины 69
3. Онтологическая модель электронных образовательных ресурсов 73
4. Онтологическая модель профиля обучаемого 78
5. Онтологическая модель персонифицированной электронной образовательной коллекции 80
6. [Анализ модели представления знаний на соответствие требованиям 83](#bookmark50)
7. Постановка задачи построения персонифицированной электронной образовательной коллекции 84
8. Методика построения онтологической базы знаний для создания персонифицированных электронных образовательных коллекций 87
9. Пример создания онтологической базы знаний учебной дисциплины «Основы программирования» 90
10. Пример онтологии предметной области учебной дисциплины «Основы программирования» 91
11. Пример описания электронных образовательных ресурсов для учебной дисциплины «Основы программирования» 103
12. Пример описания профиля студента, изучающего дисциплину «Основы программирования» 106
13. Пример описания персонифицированной электронной образовательной коллекции 108
14. Основные результаты и выводы 110

Глава 4. Метод поиска и интеграции разнородных распределенных ЭОР 112

1. [Концепция поиска и интеграции ЭОР в персонифицированные ЭОК 112](#bookmark65)
2. Метод поиска и интеграции разнородных распределенных ЭОР в персонифицированные электронные образовательные коллекции 114
3. [Формальное описание семантического правила для параметризованного](#bookmark70) [поиска электронных образовательных ресурсов по языку представления](#bookmark70)

информации 116

1. Формальное описание семантических правил на онтологии для поиска ЭОР по целевым компетенциям 117
2. Формальное описание семантических правил для поиска ресурсов по уровню освоения целевых компетенций 119
3. Формальное описание семантических правил для поиска дополнительных ресурсов по множеству текущих компетенций обучаемого 121
4. Формальное описание семантического правила для построения логических связей между ЭОР 124
5. Методика построения персонифицированной электронной образовательной коллекции 126
6. Пример построения персонифицированной электронной образовательной коллекции по дисциплине «Основы программирования» 128
7. Основные результаты и выводы 136

Глава 5. Программно-информационный комплекс создания электронных образовательных коллекций 138

1. Архитектура программно-информационного комплекса. Аспекты реализации 138
2. Реализация программно-информационного комплекса для построения персонифицированных электронных образовательных коллекций 140
3. Процесс построения персонифицированных ЭОК с использованием программно-информационного комплекса 144
4. Пример построения персонифицированной ЭОК 145
5. Тестирование разработанного метода и программно-информационного комплекса 147
6. Основные результаты и выводы 153

Заключение 154

Литература 156

ПРИЛОЖЕНИЕ А Описание онтологий на языке OWL-DL 165

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б Примеры описаний объектов предметной области для](#bookmark103)

дисциплины «Основы программирования» на языке OWL 221

ПРИЛОЖЕНИЕ В Результаты эксперимента 253

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г Документы, удостоверяющие практическое использование](#bookmark107)

результатов диссертационного исследования 270

Введение



С ростом требований к подготовке специалистов, объема накопленных знаний в различных предметных областях и соответствующих информационных ресурсов развивается рынок информационных систем и, в частности, обучающих систем. Так, мировой рынок систем управления обучением (LMS) и систем управления образовательным контентом (LCMS) [89] оценивается в 1,9 млрд. долл. США, также развиваются открытые и свободные системы. Такие системы (Moodle, Edmondo, Blackboard и др.) обеспечивают, в том числе, возможность создания и использования содержания ученой дисциплины — специализированного образовательного контента. Создание образовательного контента — достаточно трудоемкий процесс. Контент, создаваемый с использованием таких систем, обычно ориентирован на группу обучаемых и не учитывает их индивидуальные особенности. Также, после его создания, он обычно доступен для использования только в рамках данной системы и недоступен для повторного использования авторами других курсов в других системах.

Для решения этих проблем возможно использование в процессе обучения открытых распределенных электронных образовательных ресурсов (ЭОР). Такие ресурсы имеют различный уровень сложности изложения и охвата материала, различные формы его представления и могут удовлетворять требованиям различных учебных групп и конкретных обучаемых. Использование подобных ресурсов позволит сократить затраты на разработку учебных курсов. Создание нового образовательного контента в виде открытых ЭОР, доступных для совместного и повторного использования, имеет те же преимущества.

Подход, основанный на использовании таких ресурсов — открытые образовательные сети [117,122,127] — объединяет преимущества существующих систем поддержки процесса обучения (и при этом может использоваться для информационной поддержки таких систем образовательными ресурсами) и подхода персонального образовательного окружения (Personal Learning Environment), в котором обучаемый собирает и организует образовательный контент самостоятельно. Подход на основе открытой образовательной сети позволяет использовать открытые ЭОР в системах поддержки образовательного процесса и учитывать как цели, определяемые учебным заведением, так и цели обучаемого, а также его персональные характеристики. При реализации такого подхода в рамках систем управления обучением основными задачами являются: агрегация разнородной информации об образовательных ресурсах с одной стороны, об образовательных целях и потребностях обучаемых — с другой стороны, для организации управления электронными образовательными ресурсами посредством поиска ЭОР и их дальнейшего использования для поддержки процесса обучения и повышения, таким образом, качества управления образовательным процессом. При этом в качестве результатов поиска, используемых в дальнейшем обучаемыми, могут выступать как отдельные ЭОР, так и коллекция ЭОР (электронная образовательная коллекций — ЭОК), а знания о составе и структуре ЭОК и входящих в нее ЭОР позволят управлять процессом обучения на множестве таких ресурсов.

Для реализации такого подхода существует ряд методов адаптивного поиска и использования ЭОР на основе нейросетевых, онтологических моделей [25,124,128,129,130], алгоритмах на основе логического вывода, решающих деревьев. Большой вклад в развитие таких методов внесли Норенков И.П., Солдаткин В.И., Башмаков А.И., Башмаков И.А., S.Sosnovsky, P.Dolog, N.Henze, P.Brusilovsky, W.Nejdl, N.Pukkhem, N.Stojanovic и др. Однако существующие методы не учитывают оценку компетенций обучаемого и ЭОР (как начальные компетенции, так и целевые, в совокупности для обучаемого и ЭОР в рамках предметной области дисциплины); в случае получения в качестве результатов поиска множества ЭОР по различным компетенциям предметной области затрудняется их использование при отсутствии знаний о структуре предметной области дисциплины; результаты поиска могут не включать ЭОР по отсутствующим у обучаемого компетенциям, которые необходимы для изучения целевых ЭОР. Выявленные недостатки снижают релевантность результатов поиска и эффективность использования ЭОР в процессе обучения.

Таким образом, является актуальной задача разработки моделей, алгоритмов и инструментальных средств поддержки процессов поиска и интеграции электронных образовательных ресурсов в электронные образовательные коллекции (ЭОК) на основе обработки информации о компетенциях (начальных и целевых) и параметров адаптации (язык и форма представления материала, уровень сложности и др.)

Целью работы является повышение качества персонифицированных электронных образовательных коллекций и сокращение сроков их создания за счёт разработки метода автоматизированного поиска и интеграции разнородных распределенных образовательных ресурсов для использования в открытых системах управления образовательным контентом.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ процессов создания и управления образовательным контентом в открытых образовательных сетях.
2. Провести анализ информации, используемой для описания объектов и субъектов образовательного процесса, с целью построения информационно­логической модели предметной области и формирование требований к модели представления знаний.
3. Разработать онтологическую модель представления знаний и данных, необходимых для создания персонифицированных электронных образовательных коллекций, на основе сформулированных требований.
4. Разработать метод автоматизированного поиска и интеграции разнородных распределенных образовательных ресурсов в персонифицированные электронные коллекции на основе логического вывода на онтологических знаниях и реализация соответствующих алгоритмов.
5. Разработать и протестировать программно-информационный комплекс для создания электронных образовательных коллекций на основе разработанных

метода, моделей и алгоритмов.

в диссертационной работе является процесс создания персонифицированных электронных образовательных коллекций на основе разнородных распределенных образовательных ресурсов.

поиск и интеграция разнородных распределенных образовательных ресурсов в персонифицированные электронные образовательные коллекции.

Для решения поставленных задач были использованы методы системного анализа, искусственного интеллекта, семантические технологии (Semantic Web) — методы метаописаний на основе дескрипционной логики и онтологий, методы логического вывода на онтологиях на основе правил.



1. Разработана интегрированная онтологическая модель представления знаний, отличающаяся от известных описанием данных и знаний об объектах и субъектах образовательного процесса на общем домене концептов, а также содержащая семантические правила для построения персонифицированных ЭОК.
2. Разработан новый двухэтапный метод автоматизированного поиска и интеграции разнородных распределенных образовательных ресурсов на основе логического вывода на онтологической модели с использованием семантических правил, позволяющий создавать релевантные персонифицированные ЭОК.
3. Разработаны алгоритмы поиска и интеграции разнородных распределенных образовательных ресурсов в персонифицированные электронные образовательные коллекции для систем управления образовательным контентом на основе поискового запроса, включающего данные и знания о текущем и целевом поле знаний обучаемого, компетенциях и параметрах адаптации.



Разработанные в диссертационной работе модели, метод и алгоритмы позволяют производить эффективный поиск ЭОР, аннотированных на онтологической модели, и их интеграцию в персонифицированные электронные образовательные коллекции, поддерживающие управление изучением дисциплины. Реализованный программно-информационный комплекс включает в себя модуль создания персонифицированных ЭОК, а также онтологическую базу знаний и репозиторий аннотированных ЭОР для дисциплины “Основы программирования”. Разработана методика создания онтологической базы знаний предметной области, что позволяет применять данный программно­информационный комплекс при изучении различных дисциплин. В результате повышается качество ЭОК и сокращается время их создания за счет автоматизации данного процесса и использования интеллектуальных семантических технологий.



1. Интегрированная онтологическая модель представления знаний, включающая следующие компоненты: метаонтологию предметной области создания персонифицированных ЭОК; онтологию предметной области учебной дисциплины; онтологию ЭОР; онтологию профиля обучаемого; онтологию персонифицированной ЭОК.
2. Двухэтапный метод создания персонифицированных ЭОК с использованием логического вывода на онтологии по правилам. Метод включает поиск разнородных распределенных ЭОР по поисковому запросу, описанному на онтологии, а также доопределение множества ЭОР и их интеграцию в коллекцию.
3. Алгоритмы поиска и интеграции электронных образовательных ресурсов на основе логического вывода по правилам на онтологиях с учетом поля знаний и компетенций обучаемого и параметров адаптации.
4. Архитектура и реализация программно-информационного комплекса создания электронных образовательных коллекций на основе разработанных моделей, метода и алгоритмов.

Основные положения и материалы диссертации докладывались на 7 международных конференциях (11th Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering (JCKBSE 2014); «Информационные

технологии в образовании, технике и медицине», Волгоград, 2004, 2006, 2009 г.г.; международной конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации и бизнесе», Гурзуф, 2007, 2008 гг.; «Системные проблемы надежности, качества, информационных и электронных технологий» (Инноватика 2005) и др.), 4 всероссийских конференциях и конкурсах

(Всероссийский конкурс инновационных проектов аспирантов и студентов по приоритетному направлению развития науки и техники «информационно­телекоммуникационные системы», 2005; XV всероссийской научно-методической конференции Телематика-2008, Санкт-Петербург, 2008); XII региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области, Волгоград, 2007; Внутривузовской научной конференции ВолгГТУ, Волгоград, 2006-2014 гг.; на научных семинарах на кафедрах ПОАС и САПР ВолгГТУ. Получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ N2010613009 от 2010 г.

Основное содержание диссертации но отражение в 21 опубликованных научных работах, в том числе: 5 статей в сборниках научных трудов (в том числе 4 в изданиях из списка ВАК), 14 статей в сборниках научных конференций, 2 тезиса докладов различных конференций.

Глава 1. Анализ предметной области управления образовательным процессом и образовательным контентом. Постановка задач исследования

1. Системы управления процессом обучения и образовательным контентом

Современные технологии обучения основаны на применении информационных технологий, средств автоматизации, электронных информационных ресурсов. При этом особое внимание уделяется развитию технологий, используемых для автоматизации образовательных процессов.

Так, согласно одному из подходов [6,79], при автоматизации образовательных процессов выделяют компьютерные средства обучения (КСО) и системы управления учебным процессом (СУУП).

Компьютерное средство обучения (КСО) — это программное средство (программный комплекс) или программно-технический комплекс, предназначенный для решения определённых образовательных задач, имеюй предметное содержание и ориентированный на взаимодействие с обучаемым [6]. КСО служат для поддержки процесса обучения, в том числе самостоятельного изучения материалов, призваны индивидуализировать процесс обучения за счёт адаптивности и вариативности материалов, повысить эффективность учебного процесса за счет использования мультимедийных и других средств, эффективного поиска информации, автоматизировать контроль и объективную оценку результатов обучения.

СУУП (известные также как системы дистанционного обучения, Learning Management Systems (LMS) [34,35,36,37,52,112], системы управления образованием, системы управления обучением, Training Management Systems (TMS), информационно-образовательные системы и порталы [114] и др.) обеспечивают координацию использования КСО в учебном процессе и интегрируются, или входят в качестве подсистем в корпоративные информационные системы (автоматизированные системы управления образовательным заведением). В качестве пользователей таких систем выделяют обучаемых, преподавателей, администраторов учебного заведения (например, сотрудники деканата, учебного отдела и т. д.) и системные администраторы.

Одним из ключевых компонентов в LMS является система управления образовательным контентом (LCMS) - система для создания, хранения, поиска, компоновки и доставки персонализированного образовательного контента в форме объектов обучения, совмещающие в себе функциональность CMS (систем управления контентом) и LMS.

Современные LMS и LCMS используют различные стандарты метаданных [54] для описания образовательного контента, обеспечивающие возможность автоматизации поиска и использования такого контента в системах. При этом аннотироваться могут как отдельные образовательные ресурсы, так и более сложные структуры на их основе - учебные пакеты, являющиеся комплектом дидактических материалов для самостоятельной учебной деятельности в рамках отдельных модулей учебных дисциплин.

Так, СУУП, поддерживающие стандарт SCORM [75] (например, Moodle [115,27,50,59,116] и др.) позволяют работать с описанными на основе данного стандарта учебными пакетами, однако создание таких пакетов также достаточно трудоёмкий процесс, требующий специальных средств разработки (eXe OPEN SOURCE SCORM Development Package [94], Xerte OPEN SOURCE SCORM Development Package [137], ScenariChain Opale / OpaleSup [125] и др.), при этом набор информационных ресурсов в рамках пакета ограничен.

Таким образом, в качестве ресурсов для поддержки образовательного процесса в таких системах могут выступать электронные образовательные ресурсы и пакеты, описанные и аннотированные в рамках таких систем.

Концепция открытой образовательной сети [24] основана на использовании открытых распределенных электронных образовательных ресурсов, объединяет преимущества существующих систем поддержки процесса обучения и позволяет при этом использовать открытые ЭОР в системах управления обучением и образовательным контентом и учитывать как цели, определяемые учебным заведением, так и цели обучаемого, а также его персональные характеристики. Это становится возможным за счет большого объёма существующих открытых электронных образовательных ресурсов, их разнородности по форме представления информации, дидактической роли, сложности представления информации, охвату темы в рамках учебной дисциплины и другим характеристикам.

Таким образом, целесообразно использование открытых разнородных распределенных образовательных ресурсов для поддержки процесса обучения в системах управления обучением для повышения качества образовательного контента, его релевантности и повышения эффективности образовательного процесса в целом. Для обеспечения такой возможности необходимо провести анализ ресурсов, используемых в образовательном процессе, их особенностей и требований, предъявляемым к ним в рамках автоматизированного процесса обучения.

Заключение

1. Проведён анализ систем управления обучением и систем управления образовательным контентом; процессов создания и использования электронных образовательных коллекций в открытых образовательных сетях; подходов к поиску и интеграции разнородных распределенных образовательных ресурсов; обзор моделей, методов, алгоритмов и систем, используемых для решения данного круга задач. Построена информационно-логическая модель предметной области и выявлены требования к модели представления знаний для описания объектов и субъектов образовательного процесса для поиска и интеграции распределенных ЭОР.
2. Разработана интегрированная онтологическая модель представления знаний предметной области, включающая в себя следующие компоненты: (1) модель учебной дисциплины, позволяющую описывать компетенции как знания, умения и навыки, получаемые в результате изучения дисциплины; (2) модель электронных образовательных ресурсов, описываемых с помощью целевых и входных компетенций, определённых на общем домене поля знаний учебной дисциплины; (3) модель профиля обучаемого, включающего описание текущих и целевых компетенций, определённых на общем домене, с учётом уровня знаний, а также параметров адаптации (предпочитаемый язык представления информации, сложность изложения материала); (4) модель электронной образовательной коллекции, описываемой как множество ЭОР, включаемых в коллекцию в соответствии с предметной областью учебной дисциплины и профилем обучаемого, а также множеством связей между ЭОР, задающих рекомендуемый порядок их изучения. Разработанная модель позволяет описывать объекты и субъекты образовательного процесса на общем домене концептов и решать задачу поиска и интеграции ЭОР в персонифицированные ЭОК за счет включения в нее семантических правил. На модели поставлена задача создания персонифицированной электронной образовательной коллекции. Разработана методика создания онтологической базы знаний, инвариантная к предметной

области учебных дисциплин.

1. Предложен новый двухэтапный метод построения персонифицированных ЭОК с использованием логического вывода на онтологии на основе семантических правил для поиска и интеграции разнородных распределенных электронных образовательных ресурсов. Разработаны следующие алгоритмы: (1) поиска ЭОР на основе поискового запроса, включающего информацию о поле знаний учебной дисциплины и профиле обучаемого; (2) поиска дополнительных и вспомогательных ЭОР, позволяющих изучать целевые ЭОР в случае недостаточности текущих компетенций обучаемого для непосредственного их изучения; (3) интеграции найденных ЭОР в персонифицированные ЭОК с построением связей между ними, задающих рекомендуемую последовательность изучения ЭОР в обучающих системах.
2. Разработана архитектура и реализован программно-информационный комплекс для поиска и интеграции разнородных распределенных образовательных ресурсов в персонифицированные образовательные коллекции на основе описанных модели, метода и алгоритмов.
3. Разработанные модели, метод, алгоритмы и программно­информационный комплекс апробированы на примере создания персонифицированных образовательных коллекций для дисциплины «Основы программирования».
4. Проведено тестирование программно-информационного комплекса, показавшее, что разработанные модели, метод и алгоритмы адекватны поставленной задаче и эффективны для поиска и интеграции распределенных разнородных образовательных ресурсов в ЭОК в системах управления обучением.

Литература

1. Алгоритмы и вывод на онтологиях для поиска и интеграции образовательных ресурсов в открытых образовательных сетях / А.В.Аникин, А.М.Дворянкин // Изв. ВолгГТУ. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». Вып.21: межвуз. сб. научн. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - №12(139). - C.70-74.
2. Антонов И.В., Воронов М.В. Метод построения онтологии предметной области // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. 2010. № 2. С. 28-32.
3. База и Генератор Образовательных Ресурсов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://bigor.bmstu.ru/> (дата обращения: 20.09.2013).
4. Балашова И.Ю. Построение и исследование предметной онтологии электронного обучения // Программные продукты и системы. N3 2014. С. 26-32.
5. Батищев С.В., Искварина Т.В., Скобелев П.О. Методы и средства построения онтологий для интеллектуализации сети интернет // Известия Самарского научного центра РАН . 2002. №1. URL: <http://cyberleninka.ra/artide/n/metody-i-> sredstva-postroeniya-ontologiy-dlya-intellektualizatsii-seti-internet (дата обращения:

20.10.2014).

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. - М.: Информационно-издательский дом "Филинъ", 2003. - 616 с.
2. Башмаков А.И., Старых В.А. Систематизация информационных ресурсов для сферы образования: классификация и метаданные. - М.: "Европейский центр по качеству", 2003. - 384 с.
3. Берестов Н.М. Основы построения мультиагентных систем, использующих онтологию. учебное пособие / Н. М. Боргест, Е. В. Симонова ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высшего проф. образования "Самарский гос. аэрокосмический ун-т им. акад. С. П. Королева". Самара, 2009.
4. Бершадский А.М., Брюнин М.М., Кревский И.Г. Средства поддержки жизненного цикла электронных учебных изданий // «Телематика’2006»: Труды XIII Всеросс. науч.-методич. конф. 5-8 июня 2006 г. Том 2. Санкт-Петербург, 2006. — С.341-342.
5. Болотникова Е.С., Гаврилова Т.А., Горовой В.А. Об одном методе оценки онтологий // Известия РАН, Теория и системы управления, N3, 2011. - с. 98-110.
6. Больных А.А., Кузнецов А.Ю., Кондауров В.В. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов - архитектура и технологии // Информатизация образования и науки. 2010. № 5. С. 8-25.
7. Витизенко А. М. Оптимизация гипертекстовых моделей учебных планов экономических специальностей [Электронный ресурс] : Дисс. ... канд. экон. наук : 08.00.13 . - М.: РГБ, 2003.
8. Гаврилова Т. А. Использование онтологий в системах управления знаниями - [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://kmtec.ru/publications/library/authors/use_ontology_in_suz.shtml> (дата

обращения: 05.05.2012)

1. Гаврилова Т.А. Логико-лингвистическое управление как введение в управление знаниями [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.big.spb.ru/publications/bigspb/km/logyc_ling_upr.shtml> (дата обращения:

09.08.2013)