

На правах рукописи



Калинина Наталья Андреевна

МОДЕЛИ И ПРОЦЕДУРЫ ИЕРАРХИЧЕСКОГО СЕТЕВОГО
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ
ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССОВ ПРИОБРЕТЕНИЯ ЗНАНИЙ

Специальность 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Нижний Новгород – 2017 г.

Работа выполнена на кафедре «Электроника и сети ЭВМ» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Научный руководитель: **Милов Владимир Ростиславович**
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Электроника и сети
ЭВМ» Нижегородского государственного
технического университета им. Р.Е. Алексеева

Официальные оппоненты: **Берестнева Ольга Григорьевна**
доктор технических наук, профессор,
Национальный исследовательский «Томский
государственный университет», профессор
кафедры теоретических основ информатики
факультета информатики

Карпов Николай Вячеславович
кандидат технических наук, доцент,
НИУ «Высшая школа экономики», заместитель
декана по учебной работе факультета
информатики, математики и компьютерных наук

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования Московский государственный
психолого-педагогический университет

Защита состоится 25.01.2018 в 11:00 в ауд. 1315 на заседании
диссертационного совета Д 212.165.05 при Нижегородском государственном
техническом университете им. Р.Е. Алексеева по адресу: 603950, г. Нижний
Новгород, ГСП-41, ул. К. Минина, 24.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского
государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева и на сайте
<http://www.nntu.ru/content/aspirantura-i-doktorantura/dissertacii>

Автореферат разослан « ____ » _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.165.05



Суркова А.С.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время как для деятельности отдельных специалистов так и организаций в целом всё больше возрастает значимость процессов управления знаниями и совершенствования информационного обеспечения. В работе термин «информационное обеспечение» трактуется в соответствии с ГОСТ 7.0-99: «Совокупность информационных ресурсов и услуг, предоставляемых для решения управленческих и научно-технических задач в соответствии с этапами их выполнения». Поэтому вопросы формирования и совершенствования информационного обеспечения играют важную роль в научно-технической и проектной деятельности. В условиях продолжающегося роста темпа обновления знаний и накопления информации быстрое развитие получила концепция обучающихся организаций, предложенная P.Senge. Такие организации создают, приобретают, передают и сохраняют знания. Для каждого из этих процессов и, особенно, для процесса приобретения знаний ключевую роль играют модели описания предметной области.

Вопросам непрерывного управления информацией в процессе жизненного цикла промышленных изделий посвящен ряд исследований в областях CALS-технологий (Continuous Acquisition and Lifecycle Support), PLM (Product Lifecycle Management), PDM (Product Data management) ряда известных авторов: Норенков И.П., Кузьмик П.К., Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В., Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Чубарова Е.В., Братухин А.Г., Советов Б.Я., Яковлев С.А.

Повышение эффективности процессов приобретения знаний, в том числе за счет создания информационно-образовательной среды, тесно связано с совершенствованием технологии подготовки информационного обеспечения, в том числе, предметного контента. Эта технология основывается на моделях представления предметной области, алгоритмах и инструментальных средствах для создания таких моделей. Изучению моделей представления знаний посвящены работы Сарвилиной И.Ю., Корпачевой Л.Н., Тарховой Л.М., Курзыбовой Я.В. и множества других исследователей.

Ввиду большого объема доступных информационных ресурсов, актуальным становится вопрос разработки способа, позволяющего повысить результативность приобретения знаний, в частности, за счет создания условий для наиболее успешного освоения контента предметной области посредством повышения качества подготовки информационного обеспечения.

Последние годы данному вопросу, а также вопросам, касающимся пространства знаний, систем управления обучением и контентом предметной области LMS и LCMS посвящен ряд исследований (Пудовкин Ю.В., Баротов К.А., Елагина В.С., Джамалова Т.Ю., Тагаева Г.М., Короткова И.И., Биркун Н.И., Зверев Д.И., Загрекова Л.В., Schrepp M., Albert D., Lukas J., Днепров Э.Д., Лиферов А.П., Борисова Т.Ф. и др.).

Наряду с составом и структурой информационного обеспечения развиваемые в работе модели содержат необходимые сведения для определения последовательности применения информационных объектов. Несмотря на наличие многочисленных исследований, можно констатировать отсутствие единого общепринятого подхода к вопросам определения состава и структуры информационного обеспечения, а также последовательности применения информационных объектов, обеспечивающих повышение эффективности процессов приобретения знаний.

Таким образом, представляются актуальными задачи разработки теоретических основ и процедур для повышения эффективности приобретения знаний, в частности, посредством анализа и синтеза структуры и последовательности применения материалов, а также задача разработки способа и процедуры формирования траектории освоения материала, которая позволила бы достичь поставленной цели информационного обеспечения с учетом уже приобретенных знаний.

Объект исследования – информационное обеспечение процесса приобретения и применения знаний, включая информационно-справочные системы и входящие в их состав системы электронного обучения, такие как интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР).

Предмет исследования – модели и процедуры иерархического сетевого представления предметной области.

Цель и задачи

Целью работы является повышение эффективности информационного обеспечения процесса приобретения и применения знаний на основе разработки моделей и процедур иерархического сетевого представления предметной области.

Задачи:

1. Разработать нечеткую сетевую модель формирования целей информационного обеспечения.
2. Разработать способ формирования информационного обеспечения.
3. Разработать процедуру определения структуры информационного обеспечения на основе кластеризации информационных объектов.
4. Разработать процедуру определения последовательности изучения или применения информационных объектов.
5. Разработать методику автоматизированного структурирования учебно-методического обеспечения.

Область исследования

Область исследования соответствует п. 2, 4, 9 паспорта специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики» в части исследования информационных структур, разработки и анализа моделей информационных структур (п. 2), разработки концептуальных моделей предметных областей (п. 4), разработки средств анализа информации и приобретения знаний (п. 9).

Научная новизна

1. Разработана нечеткая сетевая модель формирования целей информационного обеспечения, предназначенная для управления процессами приобретения и/или использования знаний, позволяющая учитывать полезности информационных элементов и дидактические связи между ними, отличающаяся от известных способом оценивания степени освоения информационных элементов в зависимости от их порядка, а так же подходом к оценке реализованности целей информационного обеспечения.
2. Предложен способ формирования информационного обеспечения, предназначенный для иерархического сетевого представления предметной области, позволяющий структурировать контент информационно-справочных и иных систем, отличающийся от известных использованием взаимосвязанных этапов отбора, кластеризации и упорядочивания контента.
3. Разработана процедура определения структуры информационного обеспечения для построения моделей предметных областей с применением кластеризации информационных объектов, основанная на применении нового коэффициента близости информационных элементов, определяемого по графу дидактических связей с использованием теории нечетких множеств, а также возможным учетом ограничений на объем кластеров.
4. Разработана процедура определения последовательности (траектории применения) информационных объектов, предназначенная для информационной поддержки процессов приобретения знаний, основанная на модификации алгоритма топологической сортировки, учитывающая дидактические связи между информационными элементами и отличающаяся от известной предложенным критерием максимизации степени достижения целей информационного обеспечения на основе нечеткой сетевой модели.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные в диссертационной работе результаты могут быть использованы для поддержки принятия решений при приобретении и применении знаний, а именно: при создании информационного обеспечения производственных процессов, в части разработки элементов методического обеспечения информационных систем (справочные руководства, ИЭТР и др.), в корпоративных системах обучения персонала; при разработке программ отдельных курсов повышения квалификации, а так же комплексов программ с последующей их корректировкой; информационного обеспечения систем электронного обучения; при формировании программ дистанционного образования; при разработке и последующей корректировке учебных планов; формировании обучающих, справочных материалов, курсов лекций для отдельных дисциплин.

Реализация разрабатываемых подходов, методов и процедур в системах поддержки процессов приобретения и применения знаний, освоения предметной области будет способствовать повышению эффективности процесса восприятия информации пользователями за счет структурирования предметного контента, отбора необходимого и достаточного (для поставленной задачи) перечня информационных элементов, а также определению на нем порядка освоения, способствующего достижению целей информационного обеспечения (из условия максимизации целевых функций информационного обеспечения) с использованием дидактических связей между информационными элементами.

Полученные в диссертационном исследовании результаты используются в ФНПЦ АО «НПП «Полет», ООО «МФИ СОФТ», а также внедрены в учебный процесс на кафедре «Электроника и сети ЭВМ» Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева.

Методология и методы исследования

Для решения поставленных задач применялись методы системного анализа, теории графов, теории нечетких множеств, теории информации, обработки экспертных оценок, кластерного анализа.

Положения, выносимые на защиту

1. Нечеткая сетевая модель формирования целей информационного обеспечения.
2. Способ формирования информационного обеспечения.
3. Процедура определения структуры информационного обеспечения.
4. Процедура определения последовательности информационных объектов.

Степень достоверности и апробация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на следующих научно-технических конференциях, сессиях и симпозиумах.

1. Всероссийская научно-методическая конференция «Инновационные технологии в образовательной деятельности», г. Нижний Новгород (2011 г., 2013 г., 2014 г., 2015 г.);
2. 14-16, 18-19 Нижегородская сессия молодых ученых (технические науки, математические науки), г. Нижний Новгород (2009 г. - 2011 г., 2013 г.- 2014 г.);
3. Международная молодежная научно-техническая конференция «Будущее технической науки», г. Нижний Новгород (2009 г.- 2015 г.);
4. Международная научно-техническая конференция «Информационные системы и технологии», г. Нижний Новгород (2009 г. - 2016 г.);
5. Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы социальной коммуникации», г. Нижний Новгород (2011 г.);

6. Международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии и ИТ-образование», г. Москва (2012 г.);
7. Всероссийская научно-методическая конференция «Инновационные технологии современного учебного процесса», г. Нижний Новгород (2012 г.);
8. X, XI международный симпозиум «Интеллектуальные системы». INTELS'2012, г. Вологда; INTELS'2014, г. Москва (2012 г., 2014 г.);
9. Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии командообразования и лидерства в современных бизнес-организациях», г. Нижний Новгород (2012 г.);
10. XI, XII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение», г. Москва (2013 г., 2014 г.);
11. III Международная конференция «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине», г. Томск (2016 г.).

Публикации

Результаты исследований опубликованы в 49 печатных работах, из них 6 статей в рецензируемых научных журналах из списка ВАК, 2 свидетельства Федеральной службы по интеллектуальной собственности о государственной регистрации программы для ЭВМ

Личный вклад автора. Автором самостоятельно определены цели исследования и сформулирована постановка задачи разработки нечеткой сетевой модели формирования целей информационного обеспечения, разработан способ формирования и процедуры определения структуры информационного обеспечения, процедуры определения последовательности изучения или применения информационных объектов, а также разработана методика автоматизированного структурирования учебно-методического обеспечения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, выбраны методы исследования, отмечена и аргументирована научная новизна и практическая значимость работы, приведены основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту, а также сведения об апробации результатов исследования.

В первой главе дан обзор текущего состояния предметной области исследования.

Проведен анализ процессов управления знаниями в организациях и существующих решений в данной области, показавший необходимость строгого структурирования информации, с возможностью упорядочивания отдельных информационных объектов в соответствии с поставленной целью

информационного обеспечения. Выполнен обзор моделей представления знаний в информационных системах. Проанализированы сетевые модели представления знаний, в частности, графовые модели, нечеткие когнитивные карты, онтологии, тематические и концептуальные карты. Отмечено, что существующие модели представления знаний позволяют описать структуру контента, но не обладают средствами для учета последовательности освоения информационных элементов пользователями.

Выполнен обзор существующих подходов в теории информации (к определению количества информации в сообщении), включая статистическую теорию информации, разработанную К. Шенноном, семантическую теорию информации Ю.А. Шрейдера и прагматическую теорию информации М.М. Бонгарда и А.А. Харкевича.

Проведен анализ характеристик инструментальных средств и технологий управления знаниями организации и поддержки процессов приобретения знаний, в том числе LMS – Learning Management System, LCMS – Learning Content Management System и др. Рассмотрены родственные системы и технологии, такие как системы класса CMS, системы поддержки дистанционных образовательных технологий – E-learning, Moodle, а также системы поддержки корпоративного и классического вузовского образования.

Приведена постановка задачи формирования иерархической сетевой модели информационного обеспечения, заключающаяся в определении структуры информационного обеспечения и порядка его применения из условия максимизации степени реализации целей информационного обеспечения.

Вторая глава содержит описание модели иерархического сетевого представления предметной области, нечеткой сетевой модели формирования целей информационного обеспечения, включая процедуры формирования исходных данных.

Иерархическая модель предметной области отображает отношения «часть-целое» между информационными объектами. На рис. 1 представлен пример иерархической модели предметной области. Информационное множество X , соответствующее рассматриваемой предметной области, разделено на информационные фрагменты S первого уровня, которые, содержат информационные фрагменты второго более низкого уровня. Информационные фрагменты (ИФ) нижнего уровня состоят из информационных элементов (ИЭ) x_n , которые считаются неделимыми на данном уровне рассмотрения фрагментов контента.

Иерархические модели предметных областей находят широкое применение в различных сферах. Одним из примеров может служить иерархическая модель предметной области «Computing Classification System», разработанная ассоциацией вычислительной техники (ACM – Association for Computing Machinery) и доступная в сети интернет по ссылке <http://www.acm.org/publications/class-2012>.

Описание предметных областей на основе только иерархических моделей не позволяет эффективно решать задачи поддержки процессов приобретения новых знаний поскольку такие модели не содержат информацию об отношениях между объектами одного и того же уровня иерархии. Эти отношения в работе описываются дидактическими связями, анализ которых позволяет определить порядок применения информационных объектов.

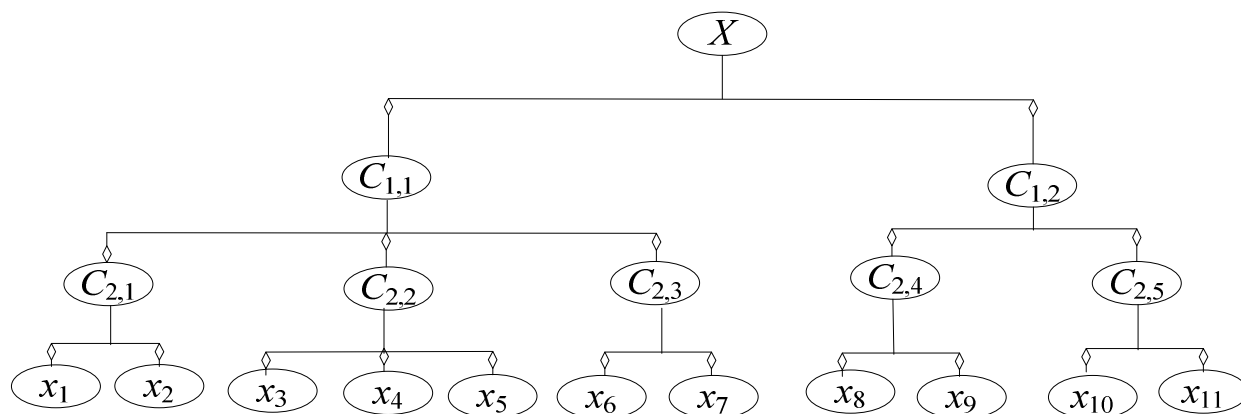


Рис. 1. Иерархическая модель предметной области

Рассмотрены бинарные $w_{ij} \in \{0;1\}$ и взвешенные $w_{ij} \in [0;1]$ дидактические связи. При этом $w_{ij} = 0$ имеет место в том случае, если для применения (освоения) j -го ИЭ не требуется использовать (знать) i -й ИЭ. Сетевая модель предметной области представлена квадратной $(N \times N)$ -матрицей смежности \mathbf{W} и графом дидактических связей, соответствующим этой матрице (рис. 2).

Учитывая, что использование только сетевых или только иерархических моделей не является достаточным для описания предметной области, в работе на основе комбинации этих подходов построена иерархическая сетевая модель предметной области (рис. 3).

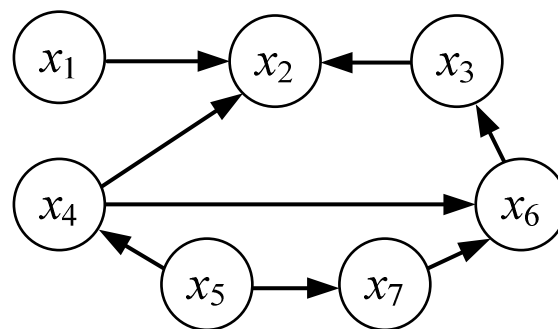


Рис. 2. Сетевая модель фрагмента предметной области

Цели информационного обеспечения (ИО) заключаются в поддержке решения проектных задач при разработке новых изделий и услуг (воплощение знаний в продуктах и услугах), реализации компетенций для случая образовательной деятельности (передача существующих знаний) и т.п.

С использованием введенного понятия степени освоения ИЭ x_n как значения функции принадлежности нечеткого множества $a_n = \mu_A(x_n)$, определен общий вид частной целевой функции, отражающей степень

достижения m -ой цели $J_m(\mathbf{a}) = J_m(a_1, \dots, a_N)$, $m = \overline{1, M}$, где $\mathbf{a} = [a_1, \dots, a_N]^T$ и предложена нечеткая сетевая модель формирования целей информационного обеспечения (рис. 4).

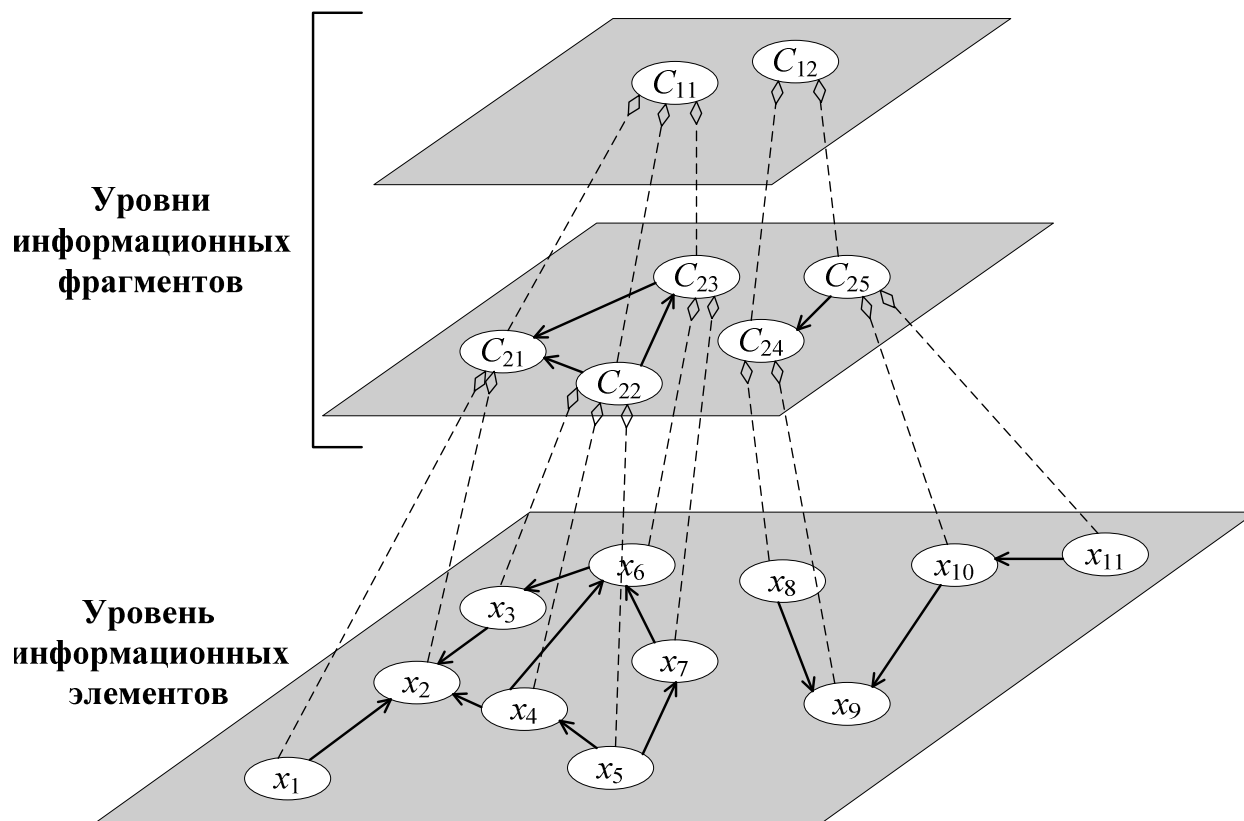


Рис.3. Иерархическая сетевая модель предметной области

Отношения между множествами ИЭ и целей ИО можно представить с помощью двудольного ориентированного графа. Связи между ИЭ и целями ИО представлены $(N \times M)$ -матрицей \mathbf{U} . Так элементы $u_{nm} \in [0; 1]$ характеризуют влияние степени освоения n -го ИЭ на достижение m -й цели ИО.

В представленном на рис. 4 примере на достижение целей ИО непосредственно влияет степень освоения ИЭ x_1, x_2, x_3 , которые относятся к ИЭ верхнего уровня.

Для успешного освоения этих ИЭ требуется наличие знаний, формируемых ИЭ x_4, x_5, x_N , которые непосредственно не связаны с целями ИО. Поскольку цель информационного обеспечения $J_m, m = \overline{1, M}$ достигается

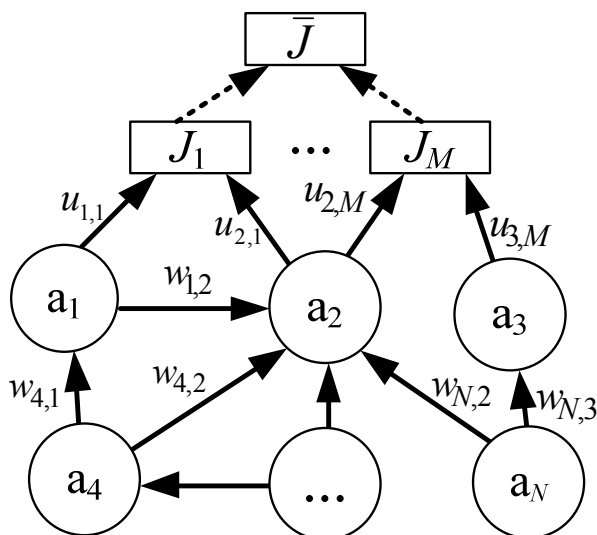


Рис. 4. Нечеткая сетевая модель формирования целей информационного обеспечения

при освоении всех ИЭ верхнего уровня (рис. 4), то выражение для частной целевой функции определяется на основе операции логического «И». Эта операция формализуется с помощью t -нормы, наиболее распространенными вариантами представления которой, являются так называемые треугольная норма Заде (t -норма типа \min)

$$T_M \{a_1, \dots, a_N\} = \min \{a_1, \dots, a_N\} = \min_{n=1, N} a_n \quad (1)$$

и треугольная алгебраическая норма

$$T_P \{a_1, \dots, a_N\} = \prod_{n=1}^N a_n. \quad (2)$$

Поскольку степень достижения целей ИО зависит от весов u_{nm} , характеризующих влияние степени освоения отдельных ИЭ, то для формирования частных целевых функций применена взвешенная t -норма.

Определено выражение для частных целевых функций, характеризующих достижение целей информационного обеспечения

$$J_m(\mathbf{a}) = \tilde{T}^* \{a_1, \dots, a_N; u_{1m}, \dots, u_{Nm}; \alpha\}, m = \overline{1, M}, \quad (3)$$

вид которого конкретизируется в зависимости от типа используемой t -нормы. Например, при использовании взвешенной t -нормы типа \min выражение (3) при $\alpha = 1$ принимает вид

$$J_m(\mathbf{a}) = T_M^* \{a_1, \dots, a_N; u_{1m}, \dots, u_{Nm}\} = \min_{n=1, N} \{1 - u_{nm}(1 - a_n)\}, m = \overline{1, M}. \quad (4)$$

Для случая применения алгебраической t -нормы (2) предложен альтернативный способ учета весов, который приводит к определению частных целевых функций в виде

$$J_m(\mathbf{a}) = T_P^* \{a_1, \dots, a_N; u_{1m}, \dots, u_{Nm}\} = \prod_{n=1}^N a_n^{u_{nm}}, m = \overline{1, M}. \quad (5)$$

Процедура оценки достижения целей ИО с использованием нечеткой сетевой модели включает:

- определение степени освоения информационных элементов в заданном порядке;
- определение значений частных целевых функций информационного обеспечения;
- определение значения обобщенной целевой функции информационного обеспечения.

Степень освоения информационных элементов находится в соответствии с заданным порядком их освоения (применения) с помощью разработанного нечеткого правила

$$\tilde{a}_{r_n} = T_{j \in Pa_{r_n}}^* (\mathbf{a}, \mathbf{w}_{r_n}), \quad n = \overline{1, N}. \quad (6)$$

Здесь $T^*(\bullet)$ – взвешенная t -норма; Pa_{r_n} – множество предков r_n -го ИЭ, т.е. множество ИЭ имеющих дидактические связи, направленные к r_n -му ИЭ;

\mathbf{r} – N -вектор, определяющий порядок освоения контента и являющийся перестановкой; $\mathbf{w}_{r_n} = [w_{1r_n}, \dots, w_{Nr_n}]^T$.

С использованием взвешенного варианта t -нормы Заде (1), выражение (6) представлено в виде

$$\tilde{a}_{r_n} = \min_{j=1, \overline{N}} \{1 - w_{jr_n} (1 - a_j)\}, \quad n = \overline{1, N}. \quad (7)$$

Разработанный алгоритм, основанный на последовательном применении нечеткого правила (7) можно трактовать, как моделирование процесса «распространения изученности».

При наличии множества частных целей ИО и соответствующих им целевых функций, для формирования информационного обеспечения сформулирована задача многокритериальной оптимизации. Для решения этой задачи применен метод свертки частных целевых функций и определена обобщенная целевая функция информационного обеспечения

$$\bar{J} = \Phi(J_1, \dots, J_M). \quad (8)$$

Показано, что поскольку цель информационного обеспечения реализуется при одновременном достижении всех частных целей, то свертка частных целевых функций (8) может быть формализована с помощью одного из рассмотренных выше типов t -нормы. При применении взвешенной t -нормы типа \min обобщенная целевая функция (8) представлена в виде

$$\bar{J} = \min_{m=1, \overline{M}} \{1 - \gamma_m (1 - J_m)\}, \quad (9)$$

где $\gamma_m > 0, m = \overline{1, M}$ – весовые коэффициенты, определяющие относительные степени важности частных целевых функций.

Другой вариант представляет свертка частных целевых функций, основанная на алгебраической t -норме

$$\bar{J} = \prod_{m=1}^M J_m^{\gamma_m}, \quad (10)$$

соответствующая мультипликативной свертке частных целевых функций.

Исходными данными для формирования ИО являются матрицы \mathbf{W} и \mathbf{U} . Для определения матрицы \mathbf{W} дидактических связей между ИЭ, и матрицы \mathbf{U} , характеризующей степень влияния отдельных ИЭ на сформированность целей ИО, разработана процедура обработки экспертных оценок, включающая проверку непротиворечивости и согласованности мнений экспертов. Предложен подход к автоматизации процедуры выявления дидактических связей между ИЭ. Для этого разработана процедура на реализацию которой получено свидетельство о регистрации соответствующей программы для ЭВМ, позволяющая выгружать структуру статей для заданной категории Википедии, а также процедура, основанная на обработке электронных глоссариев, имеющих гиперссылки между понятиями.

Третья глава содержит описание способа формирования информационного обеспечения и процедур иерархического сетевого представления предметной области.

Предложенный способ формирования информационного обеспечения включает взаимосвязанные этапы определения состава информационных элементов, структуры информационного обеспечения и последовательности изучения или применения информационных объектов на каждом из иерархических уровней.

Состав контента задан с помощью характеристической (индикаторной) функции $\chi_S(x)$, представляющей собой функцию принадлежности подмножества S такую, что $\chi_S(x) = 1$, если $x \in S$ и $\chi_S(x) = 0$, если $x \notin S$. Для упрощения записи в случае конечного множества X введена индикаторная переменная $s_n = \chi_S(x_n)$, $n = \overline{1, N}$. Порядок применения (освоения) ИЭ задан с помощью N_S -вектор-столбца \mathbf{r} , соответствующего перестановке порядка N_S , где $N_S = \text{card}(S)$ – количество элементов в множестве S . Отметим, что
$$N_S = \sum_{n=1}^N s_n.$$

Состав контента $S \subseteq X$ и порядок \mathbf{r} применения (освоения) ИЭ определяется в зависимости от заданных целей ИО из условия максимизации частных целевых функций ИО

$$J_m(\mathbf{s}, \mathbf{r}) \rightarrow \max, m = \overline{1, M}. \quad (11)$$

Применение метода свертки частных целевых функций в задаче дискретной многокритериальной оптимизации (11) приводит к максимизации обобщенной целевой функции

$$\bar{J}(\mathbf{s}, \mathbf{r}) \rightarrow \max. \quad (12)$$

Определение состава ИЭ сведено к задаче о многомерном рюкзаке с нелинейной целевой функцией. Каждый ИЭ выбирается один раз или не выбирается (0-1 рюкзак) и в общем случае возможно несколько ограничений, например, на трудоемкость (требуемое время освоения) и стоимость доступа к информации (ИЭ). В результате подстановки (5) в (10) и с использованием логарифмического представления мультипликативной свертки частных целевых функций получено выражение для целевой функции задачи о рюкзаке

$$\bar{J}_L(\mathbf{s}) = \sum_{n=1}^N s_n \beta_n \ln(\tilde{a}_n). \quad (13)$$

Здесь $\tilde{a}_n, n = \overline{1, N}$ – степени освоения ИЭ для наилучшего порядка $\tilde{\mathbf{r}}$ их освоения на множестве S , соответствующем вектору индикаторных переменных \mathbf{s} ; $\beta_n = \boldsymbol{\gamma}^T \mathbf{u}_n$, где $\boldsymbol{\gamma} = [\gamma_1, \dots, \gamma_M]^T$ и $\mathbf{u}_n = [u_{n1}, \dots, u_{nM}]^T$.

Состав ИО $\hat{\mathbf{s}}$ ищется из условия минимизации целевой функции (13) на множестве допустимых решений, которое определяется линейными ограничениями-неравенствами

$$\mathbf{s}^T \mathbf{t} \leq T_A, \quad \mathbf{s}^T \mathbf{v} \leq V_A, \quad (14)$$

характеризующими трудоемкость и стоимость применения (освоения) всех ИЭ, включенных в состав ИО. Здесь \mathbf{t} и \mathbf{v} – N -векторы, компоненты которых представляют значения трудоемкости и стоимости отдельных ИЭ, T_A и V_A – допустимые трудоемкость и стоимость освоения всех отобранных ИЭ.

Процедура определения структуры информационного обеспечения и последовательности применения (освоения) информационных элементов для случая двухуровневой иерархической сетевой модели предметной области представлена на рис.5, где \mathbf{W} – матрица весов дидактических связей между ИЭ, \mathbf{D} – матрица расстояний между ИЭ, \mathbf{R} – порядок изучения ИЭ, \mathbf{C}_L – кластеры информационных элементов (информационные фрагменты), \mathbf{W}_L – матрица весов дидактических связей между кластерами (информационными фрагментами – ИФ) на уровне L , $\mathbf{r}_{\text{иф}}$ – порядок изучения ИФ. Совокупность ИФ, состоящих из ИЭ, а также матриц смежности ИЭ и ИФ образуют иерархическую сетевую модель предметной области.

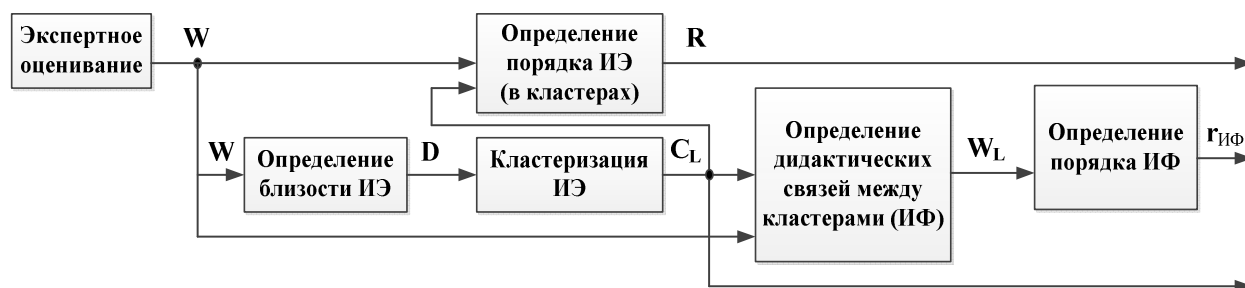


Рис. 5. Определение структуры информационного обеспечения и последовательности применения (освоения) информационных элементов

Процедура определения структуры информационного обеспечения состоит из следующих шагов:

- определение близости между ИЭ;
- кластеризация всего множества отобранных учебных элементов (формирование ИФ);
- определение дидактических связей между ИФ и формирование структуры контента верхнего уровня;

Процедура определения последовательности (траектории применения) информационных объектов состоит из следующих шагов

- упорядочение ИЭ внутри кластеров;
- определение близости между кластерами;
- упорядочение кластеров.

Для кластеризации ИЭ применительно к разработанной сетевой модели предметной области предложен способ определения коэффициентов близости между информационными объектами. Для случая взвешенных дидактических связей предложены выражения для коэффициентов близости информационных объектов, представляющие обобщение коэффициентов Серенсена на случай применения аппарата нечетких множеств. Получены

формулы для расчета коэффициентов близости с учетом наличия на графе дидактических связей общих предков ИЭ (ИФ)

$$K_{inCij} = \frac{2 \sum_{n=1}^N \min(w_{ni}, w_{nj})}{\sum_{n=1}^N (w_{ni} + w_{nj})}, \quad (15)$$

и общих потомков ИЭ (ИФ)

$$K_{outCij} = \frac{2 \sum_{n=1}^N \min(w_{in}, w_{jn})}{\sum_{n=1}^N (w_{in} + w_{jn})}. \quad (16)$$

В общем случае предложено применять комбинацию коэффициентов близости по входящим и исходящим связям, учитывающим наличие как общих предков, так и общих потомков.

Для выделения нескольких уровней в иерархической модели предметной области для ИФ, полученных на первом этапе (уровне), повторно выполняется кластеризация для формирования ИФ следующего уровня.

Для определения близости между полученными ИФ используются «внешние» связи между ИЭ, вошедшими в эти информационные фрагменты, т.е. связи от ИЭ одного фрагмента к ИЭ другого. Для случая бинарных связей $w_{LAB} = k_{AB} / N_{ИЭB}$, где $N_{ИЭB}$ – число ИЭ, составляющих ИФ **B**, k_{AB} – число ИЭ фрагмента **B**, зависимых от одного или нескольких ИЭ фрагмента

A. Для случая взвешенных связей $w_{LAB} = N_{ИЭA}^{-1} \sum_{i=1}^{N_{ИЭA}} \sum_{j=1}^{N_{ИЭB}} w_{ABij}$, где $N_{ИЭA}$ и $N_{ИЭB}$ – количество ИЭ в информационных фрагментах **A** и **B** соответственно, \mathbf{W}_{AB} – матрица связей от ИЭ фрагмента **A** к ИЭ фрагмента **B**.

В зависимости от решаемой задачи формируется линейный порядок применения объектов либо выполняется параллельно-последовательная сортировка графа. Для не переборного решения задачи определения линейной последовательности информационных объектов применен алгоритм топологической сортировки на направленном ациклическом графе дидактических связей с помощью обхода в глубину. Параллельно-последовательная сортировка объектов представлена ярусно-параллельной формой (ЯПФ) графа. В случае наличия ограничений на высоту ЯПФ (или на объем ярусов), часть связей размещаются внутри ярусов, поэтому полученная структура названа квази ярусно-параллельной формой графа.

Поскольку для определения последовательности информационных объектов граф дидактических связей должен быть ациклическим, то при нарушении этого требования применяется процедура разрешения циклов. В частном случае дидактические связи между ИЭ, относящимися к различным ИФ, могут привести к формированию связей между ИФ в двух противоположных направлениях (рис. 6а). Для таких случаев предложена

процедура перемещения одного или нескольких ИЭ из одного информационного фрагмента в другой так, чтобы обеспечить наличие только однонаправленных связей (рис. 6б) и отсутствие циклов в графе дидактических связей между ИФ.

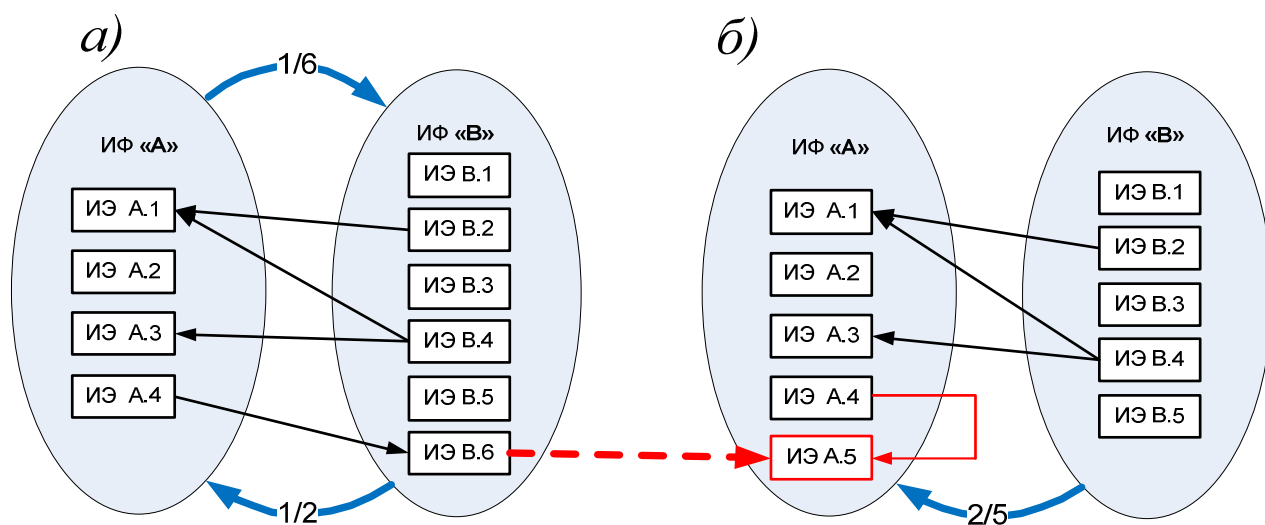


Рис.6. Корректировка состава информационных элементов в ИФ: до корректировки (а), после корректировки (б)

В четвертой главе приведены примеры разработки информационного обеспечения процессов приобретения знаний.

Рассмотрена задача отбора курсов повышения квалификации в системе корпоративного обучения сотрудников. Задача определения состава и последовательности прохождения курсов повышения квалификации, заданных графом дидактических связей (рис. 7), решается при наличии ограничений на финансовые и временные ресурсы, которые представляют стоимость и продолжительность программы повышения квалификации соответственно. Заданные цели обучения отражают необходимые знания и компетенции.

В рамках рассматриваемого примера предварительно отобранные тематические курсы повышения квалификации соответствуют $N = 10$ информационным элементам $x_n, n = \overline{1,10}$, которые в совокупности составляют множество X . На первом этапе из множества осваиваемых курсов S исключены ИЭ x_6 и x_7 , направленные на формирование уже имеющихся (базовых) знаний, которые определены с помощью входного тестирования. В результате решения задачи о многомерном рюкзаке найдено подмножество S осваиваемых курсов $x_1, x_2, x_4, x_5, x_8, x_9$, которому соответствует вектор индикаторных переменных $\mathbf{s} = [1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0]^T$. Порядок изучения $\mathbf{r} = [1, 8, 9, 5, 2, 4]^T$ курсов получен с помощью разработанной процедуры определения последовательности освоения информационных элементов.

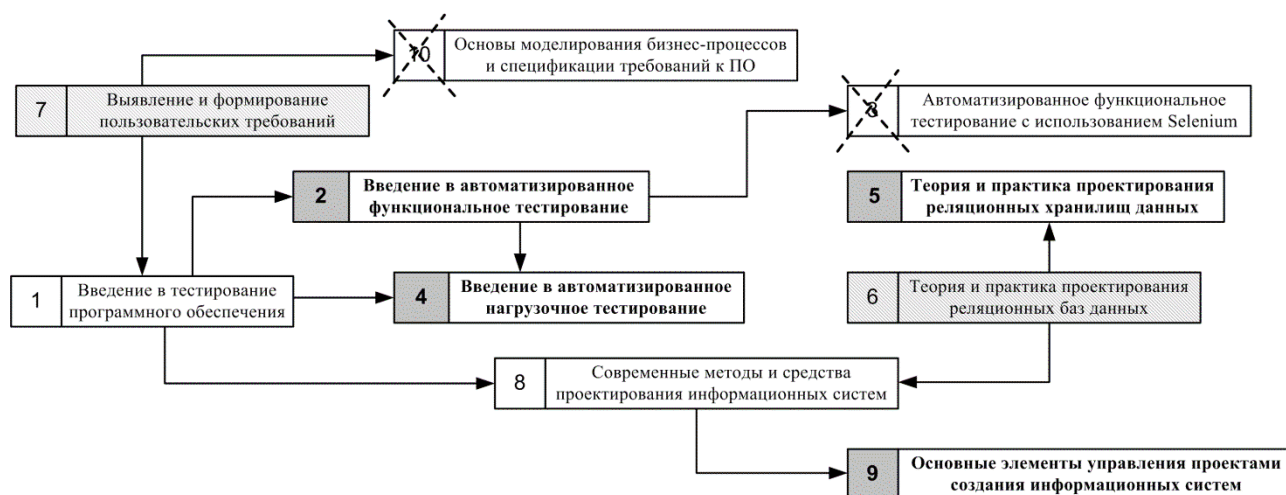


Рис. 7. Структура курсов повышения квалификации

Другой областью применения разработанного подхода является структурирование дидактических материалов предметных областей для проектирования информационно-справочных систем и ИЭТР. В качестве исходных данных в задаче структурирования терминов для информационно-справочной системы использован электронный глоссарий по методологии (<http://ics-social.appspot.com/>). На основе анализа гиперссылок между терминами получена матрица смежности W , что позволило построить граф дидактических связей. Информационным элементам соответствуют словарные статьи, озаглавленные терминами-вершинами сетевой модели предметной области. На основе полученной матрицы смежности выполнена процедура кластеризации, в результате которой получено 14 кластеров. Определены связи между кластерами, построена сетевая модель верхнего уровня. В каждом кластере определен порядок следования информационных элементов, а так же порядок рассмотрения самих кластеров.

Описаны результаты применения развиваемого подхода при разработке образовательного модуля «Методы проектирования авиационных комплексов связи» для целевой подготовки бакалавров для АО «НПП «Полет» (программа «Новые кадры ОПК»). На основе обработки экспертных оценок получена матрица дидактических связей и определен порядок освоения дисциплин, включая их распределение по семестрам (рис. 8).

С помощью разработанного подхода выполнена автоматизированная разработка учебного плана подготовки магистров по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии». Ограничения в задаче составления учебного плана определяются требованиями ФГОС ВО. Множество учебных планов, удовлетворяющих требованиям ФГОС ВО, определяет множество допустимых решений. Приведены: перечень компетенций, перечень дисциплин, матрица компетенций. Получена структура учебного плана в виде ярусно-параллельной формы графа, удовлетворяющая всем заданным ограничениям. В результате получен

учебный план подготовки магистров по программе «Информационно-аналитические и эргатические системы».

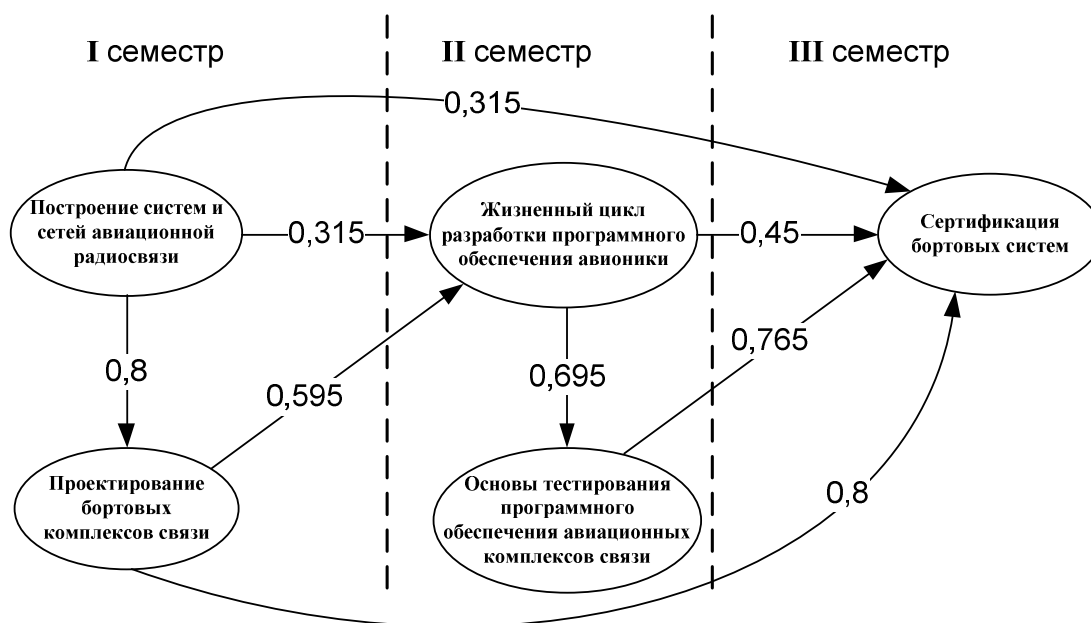


Рис.8. Структура образовательного модуля

Возможности разработанного подхода продемонстрированы при определении последовательности представления материала по дисциплине «Электроника». Выявлено 28 информационных элементов, соответствующих основным темам, изучаемым в данном курсе, и установлены дидактические связи между ними. На основе матрицы дидактических связей определены расстояния между ИЭ. С помощью алгоритма иерархической агломеративной кластеризации выделены ИФ, представляющие собой разделы дисциплины и определены связи между полученными кластерами. Для элементов каждого кластера определена последовательность их изучения с применением алгоритма топологической сортировки графа. Аналогично определена последовательность изучения разделов. В результате получена структура дисциплины «Электроника», состоящая из 4-х основных разделов: «Полупроводники», «Электронно-дырочный переход», «Пробой p-n перехода», «Полупроводниковые приборы», каждый из которых состоит из нескольких (от 4-х до 11-и) тем, для которых также определена последовательность их изучения.

В приложениях приведены исходные данные и результаты решения задач формирования моделей предметных областей и поддержки процессов приобретения знаний, а также акты об использовании и о внедрении результатов диссертационной работы.

В заключении сформулированы выводы и основные результаты проведенного в диссертационной работе исследования, а также определены области применения полученных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании предложены пути повышения эффективности приобретения знаний, в частности, посредством анализа и синтеза структуры информационного обеспечения и определения последовательности информационных объектов предметной области, предложена методика определения такой траектории освоения материала, которая способствует достижению цели информационного обеспечения на основе уже имеющихся знаний. Полученные результаты могут быть применены при создании информационного обеспечения производственных процессов и информационно-справочных систем, в корпоративных системах обучения персонала, при разработке информационного обеспечения электронного и дистанционного образования, учебных планов и обучающих материалов.

Основные результаты диссертационной работы состоят в следующем:

1. Разработана нечеткая сетевая модель формирования целей информационного обеспечения, предназначенная для управления процессами приобретения и/или использования знаний, позволяющая учитывать полезности информационных элементов и дидактические связи между ними.
2. Предложен способ формирования информационного обеспечения, позволяющий структурировать контент информационно-справочных и иных систем, основанный на взаимосвязанных этапах отбора, кластеризации и упорядочивания контента.
3. Разработана процедура определения структуры информационного обеспечения посредством кластеризации информационных объектов, основанная на применении нового коэффициента близости информационных элементов, определяемого по графу дидактических связей с применением теории нечетких множеств, а также возможным учетом ограничений на объем кластеров, предназначенная для построения моделей предметных областей.
4. Разработана процедура определения последовательности информационных объектов, основанная на модификации алгоритма топологической сортировки, обеспечивающая максимизацию степени формирования целей обучения за счет учета дидактических связей между информационными элементами.
5. Разработана методика автоматизированного формирования учебно-методического обеспечения, применяемая в методической деятельности кафедры на различных уровнях образования (бакалавриат, магистратура, целевая подготовка) и на предприятиях для поддержки процессов приобретения знаний.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в журналах, которые входят в перечень изданий, рекомендованных ВАК, для публикации результатов диссертационных работ:

1. Калинина Н.А., Милов В.Р., Баранов Д.В. Процедуры поддержки принятия решений при управлении информационным обеспечением // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2017. – № 8. – С. 55-62.
2. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Баранов В.Г., Милов В.Р. Способ структурной оптимизации учебного процесса // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2015. № 11. – С. 4 - 11.
3. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Баранов В.Г., Милов В.Р. Формирование структуры предметной области с помощью иерархической кластеризации // Нейрокомпьютеры. 2014. № 11. – С. 48-54.
4. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Выявление структуры учебно-справочных материалов и формирование траекторий их освоения // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. – С. 143-150. <http://www.science-education.ru/117-13709>.
5. Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Мусонов В.В. Структурирование и представление контента в информационно-справочных и аналитических системах // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. № 7. – С. 33-36.
6. Баранов В.Г., Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Егоров Ю.С. Подход к представлению материалов в информационно-обучающих системах // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. № 7. – С. 19-23.

Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ:

7. Программа определения релевантности терминов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662997 (12.12.2014). Баранов В.Г., Милов В.Р., Синелева А.В., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Рахманова А.С.
8. Формирование структуры wiki-ресурсов. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2012619227 (12.10.2012). Баранов В.Г., Милов В.Р., Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Курушин А.Н.

Публикации в журналах и сборниках трудов конференций:

9. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Подход к оценке структуры и содержания учебных материалов на основе тестирования обучающихся // Материалы XXII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – 2016. – С.171.
10. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Подход к управлению структурой и содержанием образовательного процесса посредством обратной связи // Материалы XXII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии. ИСТ». – 2016. – С.172.

11. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Процедура определения состава учебных материалов при формировании учебных планов // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов III Международной конференции «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине». – Томск, 2016. – С. 243-248.
12. Баранов В. Г., Милов В. Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Процедуры оптимизации учебного плана // Материалы XXII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – 2016. – С. 169.
13. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Рахманова А.С. Процедура навигации по информационно-справочным материалам // Материалы XIV Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – 2015. – С. 18.
14. Милов В. Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Человеко-машинная процедура распределения дисциплин учебного плана по семестрам // Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Н. Новгород: НГТУ, 2015. – С. 148 -151.
15. Смирнова А.А., Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Разработка интерфейса представления результатов научно-педагогической деятельности // Материалы XIV Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – 2015. – С. 53.
16. Смирнова А.А., Егоров Ю.С., Горбачева А.Ю., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Разработка интерфейса представления данных системы поддержки информационных процессов подразделения вуза // Материалы XXI научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – 2015. – С. 126.
17. Тумаринсон А.В., Моряков Д.А., Милов Д.В., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Способ анализа эффективности обучения при формировании учебных курсов и информационных материалов // Материалы XIV Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – 2015. – С. 57.
18. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Лунькова Е.А. Процедуры обработки экспертной информации для задачи построения сетевого графика выполнения работ IT-проекта // Материалы XIV Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – 2015. – С. 17.
19. Баранов В.Г., Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Процедура отбора учебных курсов и корректировки их информационного наполнения // Материалы XXI Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии. ИСТ – 2015» – С. 139.
20. Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Тумаринсон А.В., Анализ тематического содержания дисциплин на основе обработки результатов

- тестирования // Материалы XXI Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – 2015. – С. 137.
21. Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Лунькова Е.А. Методы обработки экспертной информации для задачи распределения трудоемкости работ наукоемкого проекта // Материалы XX Международной науч.-техн. конф. «Информационные системы и технологии». – 2014. – С.127.
 22. Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Егоров Ю.С. Автоматизированная процедура формирования и модификации учебных планов // Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Н. Новгород: НГТУ, 2014. – С. 167-169.
 23. Моисеев А.Н., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Мусонов В.В. Автоматизация обработки результатов научно-технической деятельности // Двенадцатый международный симпозиум «Интеллектуальные системы». INTELS'2014: Труды. – Вологда: ВГТУ, 2014. – С. 222-224.
 24. Синелева А.В., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Формирование тематических тезаурусов на основе коэффициентов сходства и несимметричных мер включения // Материалы XX Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – 2014. – С.126.
 25. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Выявление структуры учебно-справочных материалов с применением двухуровневой кластеризации // Тезисы докладов XII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». – М.: МГППУ, 2014. – С.15-16.
 26. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Лунькова Е.А. Обработка неполной экспертной информации при определении трудоемкости работ проекта // Сборник статей 19 Нижегородской сессии молодых ученых (технические науки). – 2014г.
 27. Баранов В.Г., Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Егоров Ю.С. Критерии оценки индивидуальных траекторий обучения // Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – 2013. – С. 142.
 28. Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Кластеризация учебного контента и построение сетевой модели изучаемой предметной области // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – № 9. – 2013. – С. 305-311.
 29. Милов В. Р., Моисеев А. Н., Егоров Ю. С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Мусонов В. В. Проектирование системы информационной поддержки учебно-методической и научно-исследовательской работы кафедры // Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы Всероссийской научно-методической конференции. Н. Новгород: НГТУ. – 2013. – С. 107 -112.
 30. Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Егоров Ю.С. Структурирование учебного контента с использованием иерархической

- кластеризации // Тезисы докладов XI Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». – М.: МГППУ, 2013г. – С. 37.
31. Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Егоров Ю.С., Моисеев А.Н. Формирование структуры учебно-справочных материалов с использованием иерархической кластеризации // Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – 2013. – С. 143.
 32. Моисеев А.Н., Мусонов В.В., Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Разработка информационной системы результативности учебно-методической и научной работы кафедры // Материалы XII Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – 2013. – С. 25-26.
 33. Милов В.Р., Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Мусонов В.В. Разработка интерфейса доступа к системе информационной поддержки учебно-методической и научно-исследовательской работы кафедры // Материалы всероссийской научно-методической конференции «Инновационные технологии в образовательной деятельности». – НГТУ, 2013. – С. 112-115.
 34. Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Мусонов В.В., Лунькова Е.А., Моряков Д.А. Разработка прототипа системы учета результативности НИР и УМР кафедры // Сборник статей 18 Нижегородской сессии молодых ученых (технические науки). – 2013г.
 35. Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Егоров Ю.С. Формирование траектории обучения с помощью семантической модели предметной области // Тезисы докладов XI Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». – М.: МГППУ, 2013. – С. 38.
 36. Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Интеллектуальная система автоматизированного формирования контента. // Десятый международный симпозиум «Интеллектуальные системы». INTELS'2012: Труды. – Вологда: ВГТУ, 2012. – С. 263 -265.
 37. Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Разработка системы автоматизации процессов учета и планирования учебной нагрузки по кафедре // Материалы XI Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – 2012. – С. 26.
 38. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Егоров Ю.С. Подход к разработке интеллектуальной системы поддержки информационных процессов кафедры // Десятый международный симпозиум «Интеллектуальные системы». INTELS'2012: Труды. – Вологда: ВГТУ, 2012. – С. 260-262.
 39. Милов В.Р., Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Автоматизация формирования учебного контента // Материалы всероссийской научно-методической конференции «Инновационные технологии современного учебного процесса». – 2012. – С. 87-93.
 40. Милов В.Р., Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Информационная система поддержки процессов управления знаниями

- подразделения ВУЗа // Инновационные технологии командообразования и лидерства в современных бизнес-организациях: материалы Всероссийской научно-практической конференции / под общ.ред. В. М. Матиашвили. — Н. Новгород: НГТУ, 2012. — С. 173.
41. Милов В.Р., Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Формирование учебного контента в интеллектуальной системе поддержки информационных процессов подразделения вуза // Современные информационные технологии и ИТ-образование.— № 8.— 2012.— С. 412-422.
 42. Баранов В.Г., Милов В.Р., Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Формирование информационной среды функционирования подразделений ВУЗа // Материалы XVIII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии».— 2012.— С. 150.
 43. Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Семантическая теория информации как основание коммуникативных систем // В сборнике: Актуальные проблемы социальной коммуникации материалы второй Международной научно-практической конференции. Нижний Новгород.— 2011.— С. 599-602.
 44. Балашова Т.И., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Лаврентьева О.А., Долотова П.А. Задача оптимизации в построении учебных планов // Тезисы доклада X Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки».— 2011.— С.42.
 45. Балашова Т.И., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Лаврентьева О.А., Долотова П.А. Информационная система поддержки образовательного процесса на основе семантических сетей // Тезисы доклада XVII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии».—2011.—С.186.
 46. Балашова Т.И., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Лаврентьева О.А., Долотова П.А. Обработка данных с помощью семантических сетей (применительно к образовательному процессу) // Сборник статей 16 Нижегородской сессии молодых ученых (технические науки).— 2011.— С.182.
 47. Баранов В.Г., Милов В.Р., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.), Петров Н.А. Повышение эффективности доступа к электронным учебно-информационным ресурсам // Тезисы доклада XVII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии».— 2011.— С. 160
 48. Егоров Ю.С., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Внедрение Wiki-технологий в учебный процесс // Инновационные технологии современного учебного процесса: материалы Всероссийской научно-методической конференции.—Н.Новгород: НГТУ.— 2011.— С.43-45.
 49. Семашко А.В., Балашова Т.И., Алипова Н.А. (Калинина Н.А.) Ценность информации // Тезисы доклада VIII Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки», Н.Новгород.— 2009.— С.33.