

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ
ИМ. Г.Е. ПУХОВА

ТИТЕНКО Сергей Владимирович

УДК 004.4:004.774.6 CMS

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ОНТОЛОГИЧЕСКИ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УЧЕБНЫМ WEB-КОНТЕНТОМ**

01.05.03 – Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин и систем

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев – 2011

Диссертацией является рукопись.

Работа выполнена в Национальном техническом университете Украины «КПИ», Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины, кафедра автоматизации проектирования энергетических процессов и систем теплоэнергетического факультета.

Научный руководитель

кандидат технических наук, доцент Гагарин Александр Александрович, Национальный технический университет Украины «КПИ», Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины, доцент кафедры автоматизации проектирования энергетических процессов и систем теплоэнергетического факультета.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Сидоров Николай Александрович, Национальный авиационный университет, Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины, декан факультета компьютерных наук, заведующий кафедрой инженерии программного обеспечения;

кандидат технических наук Богачков Юрий Николаевич, Украинский институт информационных технологий в образовании Национального технического университета Украины «КПИ», Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины, методист высшей квалификации.

Защита состоится «19» мая 2011 в 14 часов на заседании диссертационного совета К 26.185.02 Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины по адресу: 03164, г. Киев, ул. Генерала Наумова, 15.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины по адресу: 03164, г. Киев, ул. Генерала Наумова, 15.

Автореферат разослан «18» апреля 2011.

Ученый секретарь специализированного
Ученого совета Д 26.185.02,
к.ф.-м.н

И.О. Горошко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В условиях информационного перенасыщения и бурного развития сети WWW, когда ежегодный прирост знаний составляет 4-6%, специалист получает до 50% знаний после окончания учебного заведения и почти треть общего объема своего рабочего времени должен тратить на пополнение профессиональных знаний. В связи с этим вопросы построения эффективных систем управления профессиональной информацией и поддержки обучения приобретают особую значимость. Украина стоит перед вызовом внедрения и поддержки образовательных процессов по принципу «обучение через всю жизнь». Стандартизованные и достаточно статичные пяти-шестилетние университетские программы не способны полностью удовлетворить переменчивые требования рынка труда. Инновации постоянно меняют спрос на различные профессии и сами профессии в частности. Поэтому обучение и профессиональное развитие не прекращаются после завершения университета, а продолжаются и в дальнейшем. Технологии построения информационно-учебных Web-порталов и систем дистанционного образования имеют потенциал ответить на такой общественный вызов, предоставив удобные механизмы доступа пользователей к требуемой профессиональной информации и обеспечив поддержку индивидуализированного обучения.

Сегодня существует достаточно большое количество программных систем для организации дистанционного обучения, среди них Blackboard, WebCt, Moodle, IBM LearningSpace и др. Такие системы предоставляют инструментарий для управления электронным обучением, однако они не обладают достаточными функциями для гибкого управления Web-контентом в контексте построения информационных порталов организаций или учреждений. С другой стороны типичные системы управления контентом (CMS), пригодные для создания информационных порталов, не содержат необходимых функциональных возможностей в контексте учебного процесса. Современность выдвигает требования индивидуализации и адаптации учебного и профессионального контента с потребностями пользователя, а это не может быть качественно реализовано в рамках упомянутых систем и требует применения средств описания предметных областей и моделей представления знаний. Проблема моделирования знаний в задаче управления Web-контентом информационно-учебных программных систем требует специальных подходов на стыке разных отраслей, среди которых разработка программного обеспечения, моделирование баз данных и знаний, дидактика, а также современные средства разработки Web-систем.

В отрасль моделирования учебного контента программных систем обучения внесли весомый вклад такие ученые как Брусиловский П., Мюррей Т., П. Де Бра, Башмаков А.И., Семикин В.А., Манако А.Ф., МакАртур Д., Мазурок Т.Л. и др. Проблема автоматизированного тестирования на основе программных комплексов рассмотрена в работах Елизаренко Г.М., Аванесова В.С., Сороко В.М., Станкового С. и др. Современные

образовательные требования, а также концепция непрерывного обучения исследовались такими учеными как Згуровский М.З., Богданова И.Ф., Дресвянников В.А., Сивец С.Д. и др. Несмотря на достижения, нерешенной остается проблема построения программных систем для создания информационно-учебных Web-порталов, которые бы предоставляли пользователям удобные механизмы индивидуализированного доступа к требуемым профессионально-учебным ресурсам междисциплинарного характера.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Диссертационная работа выполнялась в соответствии с научно-исследовательскими работами, проведенными на кафедре АПЕПС ТЕФ НТУУ «КПИ»: «Совершенствование научно-методического обеспечения подготовки и повышения квалификации государственных служащих с учетом внедрения дистанционной технологии обучения» (рег. № 0102U005635, 2002 г.), «Создание и внедрение в экспериментальную эксплуатацию экспериментального курса дистанционного обучения "Местное самоуправление в Украине" (по учебному плану типового краткосрочного семинара для повышения квалификации депутатов местных, сельских, поселковых и городских голов» (рег. № 0103U006755, 2003 г.), – а также в рамках НИР «Научно-методические основы организации среды дистанционного обучения в средних общеобразовательных учебных заведениях» (рег. № 0109U000175, 2009-2011г), которую проводил Институт информационных технологий и средств обучения АПН Украины.

Цель и задачи исследования. Обеспечение индивидуализированного доступа пользователей информационных Web-порталов к требуемой профессионально-учебной информации путем разработки комплекса моделей и методов и создания на их основе программного обеспечения системы автоматизированного управления информационно-учебным Web-контентом.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи.

- Проанализировать особенности существующих программных систем, применяемых для управления Web-контентом информационных порталов учебного и профессионального назначения, а также осуществить анализ современных образовательных требований к ним.
- Разработать модели структурирования и формализации знаний и информации, представленных в Web-контенте информационно-учебного портала, с целью обеспечения основы для разработки и программной реализации методов индивидуализированного доступа пользователей к требуемым профессионально-учебным ресурсам.
- Разработать методы и программно реализовать на их основе подсистему индивидуализированного доступа пользователей к требуемым ресурсам информационно-учебных Web-порталов.
- Разработать прикладную программную систему управления информационно-учебным Web-контентом с функцией

индивидуализированного доступа пользователей к требуемым информационно-учебным ресурсам.

Объект исследования – программные системы построения информационно-учебных порталов, их функционирование и архитектура.

Предмет исследования – модели, методы и программные средства систем управления информационно-учебным Web-контентом.

Методы исследований. Теоретические исследования по разработке комплекса моделей, методов и программного обеспечения системы автоматизированного управления контентом основываются на применении системного анализа, методологии функционального моделирования, инженерии знаний, теории множеств, теории графов, теории нечеткого вывода, теории алгоритмов и объектно-ориентированного проектирования. Экспериментальные исследования предложенных моделей и методов и созданного на их основе программного обеспечения велись в условиях применения их в ряде реальных и экспериментальных Web-проектов.

Научная новизна полученных результатов.

1. Впервые предложен метод автоматизированного построения онтологии предметной области на основе стэнфордской модели нечеткого вывода в информационно-учебных Web-системах. Суть метода заключается в автоматическом определении семантических отношений между структурными элементами формализованного контента на базе аппарата нечеткого вывода. Метод позволяет реализовать программное обеспечение для автоматизированного решения задач формализации понятийной составляющей контента, построения гипермедийного терминологического справочника по предметной области, определения семантических связей между понятиями и построения тестовых заданий.

2. Разработана иерархически-сетевая объектно-ориентированная модель данных и знаний, представленных в контексте информационно-учебной Web-системы, которая впервые обеспечила комплексное решение задач презентации больших объемов многопредметной информации, организации междисциплинарных связей, моделирования предметных областей, представления структуры профессиональных компетенций и организации навигации в информационном Web-портале учебного и профессионального назначения.

3. Впервые на основе онтологического подхода и нечеткой логики разработан метод, обеспечивающий основу программного обеспечения для индивидуализированного доступа пользователей к требуемым междисциплинарным ресурсам информационно-учебного Web-портала. Суть метода заключается в автоматическом построении индивидуальной учебной среды путем выбора и упорядочения ресурсов многопредметного Web-портала в соответствии с учебно-профессиональными потребностями пользователя.

4. Впервые разработана прикладная программная система управления контентом с расширенным инструментарием автоматизированного построения информационно-учебных Web-порталов, которая содержит

программные средства создания междисциплинарной базы контента учебного и профессионального назначения, средства автоматизированного построения и отображения онтологии предметной области, средства построения индивидуальной информационно-учебной среды и средства автоматизированного построения тестовых заданий.

Практическое значение полученных результатов. Предложенные модели, методы и программные средства обеспечили комплексное решение таких задач как управление знаниями и организация индивидуализированного обучения в рамках информационно-учебного Web-портала. Созданная программная система позволяет строить Web-порталы для поддержки процесса управления знаниями и индивидуализированным обучением в организациях и учреждениях различного характера.

Личный вклад соискателя. Основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно. В работах, опубликованных в соавторстве, автору принадлежат следующие результаты: анализ особенностей непрерывного обучения, технологий и методов интеллектуальных систем обучения [10], классификация подходов к моделированию знаний в обучающих системах [4,6,16], комплексная модель управления контентом [1,5,6,8], разработка иерархически-сетевой модели контента [9,11,12,14], разработка понятийно-тезисной модели [1-3], разработка модели профессиональных компетенций [15], создание программной системы автоматизированного управления контентом [7].

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертации докладывались на международной научной конференции «Экономическая безопасность государства и информационные технологии в ее обеспечении» (г. Белая Церковь, 2005 г.), международной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2006» (г. Киев, 2006 г.), международной конференции украинской ассоциации дистанционного образования «Образование и виртуальность – 2006» (г. Ялта, 2006 г.), всеукраинской научно-практической конференции «Современные тенденции развития информационных технологий в науке, образовании и экономике» (г. Луганск, 2006 г.), международной научно-технической конференции «Системный анализ и информационные технологии» (г. Киев, 2007 г.), международной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2007» (г. Киев, 2007 г.), международной конференции украинской ассоциации дистанционного образования «Образование и виртуальность – 2007» (г. Ялта, 2007 г.), международной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2008» (г. Киев, 2008 г.), международной научно-технической конференции «Системный анализ и информационные технологии» (г. Киев, 2008 г.), международной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2009» (г. Киев, 2009 г.), международной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2010» (г. Киев, 2010 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 23 печатных работы (1 работа в коллективной монографии, 7 статей в профессиональных изданиях,

8 статей в сборниках статей научных конференций, 7 работ в сборниках тезисов научных конференций).

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 206 страниц, в том числе 7 таблиц и 49 рисунков, а также приложения на 4 страницах. Список литературы составляет 109 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи исследования, указаны научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Первый раздел посвящен анализу программных систем построения информационно-учебных порталов (ИУП) и современным образовательным требованиям к ним. Современные образовательные тенденции предполагают, что системы построения ИУП должны быть чем-то большим, чем просто среда для передачи статических учебных материалов определенной группе пользователей с возможностью общения и последующим тестированием, что характерно для традиционных систем дистанционного обучения. Такие характеристики как индивидуальность, практическая целесообразность, релевантность, междисциплинарность и другие особенности непрерывного обучения требуют качественно иных методов и моделей построения таких систем. Модель образовательного процесса по требованиям непрерывного обучения в отличие от классического дистанционного обучения содержит следующие этапы: 1) определение образовательных потребностей и целей пользователя, 2) определение уже имеющихся у пользователя знаний и навыков, соответствующих целям обучения, 3) построение и адаптивная поддержка релевантного учебного процесса на основе сведений полученных на 1-м и 2-м этапах.

Проанализированы существующие технологии, методы и модели интеллектуальных систем обучения и выявлены недостатки и рекомендации к их преодолению в контексте непрерывного обучения. Проблема однопредметности и закрытости контента обучающей системы должна быть преодолена путем обеспечения моделей контента способностью поддерживать междисциплинарные связи, а также подавать многопредметные учебные материалы. С целью обеспечения профессиональной направленности обучения программные системы управления контентом ИУП должны предусматривать моделирование профессиональных компетенций и должностных требований в их соотношении с учебным контентом. Сформулированы образовательные требования к современным информационно-учебным Web-системам, к которым отнесены: многопредметность и междисциплинарность учебно-методического наполнения, обеспечение средствами моделирования кадровых и производственных задач и компетенций; наличие методов

автоматизированного построения индивидуальных учебных сред с функцией контроля и диагностики знаний. В результате анализа сформирована концептуальная схема системы управления контентом ИУП (рис.1).

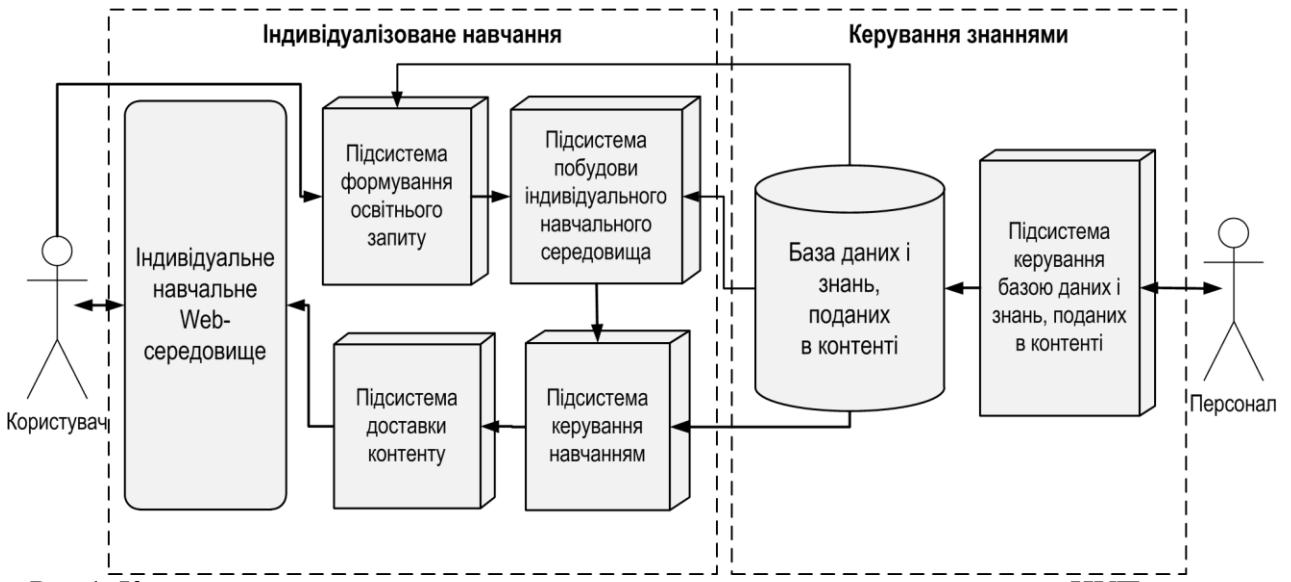


Рис.1. Концептуальная схема программной системы управления контентом ИУП

Ключевыми задачами в процессе создания такой программной системы являются построение модели базы данных и знаний, представленных в контенте, разработка структурно-алгоритмических основ подсистемы построения индивидуальной учебной среды и автоматизация тестирования знаний. Моделирование знаний осуществляется путем построения онтологии предметной области, которая рассматривается в учебном и профессиональном контексте системы. Таким образом, база знаний ИУП должна содержать контент, то есть информационное наполнение, которое выражает знания языком коммуникации человека, его онтологически-ориентированную формализацию, а также дидактическую функцию, которая управляет на основе онтологии процессом поставки контента пользователю. Таким образом, задача моделирования знаний в системе управления контентом ИУП сводится к построению онтологически-ориентированной модели учебного контента, включающей три ключевых компонента: 1) информационное наполнение, 2) онтологию предметной области, 3) дидактическую функцию. На основе проведенного анализа сформулирована подробная постановка задачи исследования.

Второй раздел представляет предложенный комплекс моделей и методов для системы автоматизированного управления контентом ИУП. Обосновывается двухуровневый подход к управлению контентом. На основе этого подхода на первом уровне работы с системой происходит управление знаниями. Уровень управления знаниями предусматривает выполнение двух основных функций: формализацию компетенций и формализацию контента. Результатом этой работы является построение Web-портала знаний организации или учреждения. Второй уровень работы с системой заключается в непосредственной организации индивидуализированного обучения и содержит такие ключевые функции: организация

образовательного запроса (ОЗ) и автоматизированное построение индивидуальной учебной среды (ИУС). Ко второму уровню также относятся контроль и диагностика знаний, как необходимые компоненты учебного процесса. Функциональность системы на уровне организации индивидуализированного обучения целиком основана на знаниях, заложенных в систему на уровне управления знаниями. Для обеспечения моделирования контента на предметном уровне разработана **понятийно-тезисная модель** (ПТМ). Она применяется как средство моделирования смысла контента ИУП, при этом формализация происходит внутри фрагмента учебного текста. Краеугольным камнем структуры модели является *понятие*, предмет обсуждения, некоторый объект из предметной области, о котором в учебном материале есть знания. *Теза* – это некоторое сведение или утверждение о понятии. Понятия указывают на предмет контента, а тезы являются описательно-смысловым наполнением базы знаний, которое раскрывает характер и свойства имеющихся понятий. С каждым понятием связывается множество тез. Формально теза является одним или несколькими предложениями, в которых речь идет непосредственно о соответствующем понятии, однако само понятие там синтаксически не фигурирует. Приведем примеры: тезис о понятии «процедура» – «позволяет разбить программу на подпрограммы»; тезис о понятии «класс» – «может иметь в своей структуре не только поля-свойства, но и методы, то есть функции и процедуры». Множество понятий: $C=\{c_1, \dots, c_{n1}\}$. Множество тез: $T=\{t_1, \dots, t_{n2}\}$. Связь между тезами и понятиями: $CT:T \rightarrow C, TC: C \rightarrow 2^T$.

Элементы ПТМ выделяются экспертом непосредственно из текста учебного фрагмента с помощью специализированных средств пользовательского интерфейса. В итоге каждый фрагмент v_i может стать источником произвольного количества тез t_j , что задается отображением: $TV: V \rightarrow 2^T$, $VT: T \rightarrow V$. Понятия, относящиеся к данному учебному фрагменту, и соответственно, учебный материал, к которому относится данное понятие, определяются операторами:

$$CV(v)=\{c: TV(v) \cap TC(c) \neq \emptyset\}, \quad VC(c)=\{v: TV(v) \cap TC(c) \neq \emptyset\}.$$

Классификация тез и понятий служит для сохранения в БЗ информации о смысловом или лексическом характере того или иного понятия или тезы: $TClass=T \rightarrow TClasses$, $CClass=C \rightarrow CClasses$.

На основе семантико-синтаксического анализа элементов ПТМ и стэнфордской модели нечеткого вывода разработан метод автоматического построения **онтологии предметной области**, основанной на отношении дидактического следования.

Метод основан на трех базовых логических правилах:

Правило № 1. Если понятие «1» фигурирует в назывании понятия «2», то понятие «1» является дидактической предпосылкой понятия «2» с высокой степенью достоверности:

$$c_k \in CinC(c_l) \rightarrow concept_before(c_k, c_l) \langle CFcinc \rangle$$

Правило № 2. Если понятие «1» фигурирует в тезе понятия «2», то понятие «1» является дидактической предпосылкой понятия «2» с некоторой достоверностью:

$$t \in TC(c_l) \wedge c_k \in CinT(t) \wedge TClassCF(TClass(t)) > 0 \rightarrow \\ \rightarrow \text{concept_before}(c_k, c_l) \langle TClassCF(TClass(t)) \rangle$$

Правило № 3. Также для некоторых случаев действует обратное правило: если понятие «1» фигурирует в тезе понятия «2», то понятие «2» является дидактической предпосылкой понятия «1» с некоторой достоверностью:

$$t \in TC(c_l) \wedge c_k \in CinT(t) \wedge TClassCF(TClass(t)) < 0 \rightarrow \\ \rightarrow \text{concept_before}(c_l, c_k) \langle -TClassCF(TClass(t)) \rangle .$$

В случае, когда для противоположных гипотез одновременно имеет место $CF > 0$, истинной принимается гипотеза с большим значением CF , при этом фактор уверенности пересчитывается по формуле:

$$CF = \frac{\max(CFCtoC(a,c), CFCtoC(c,a)) - \min(CFCtoC(a,c), CFCtoC(c,a))}{1 - \min(CFCtoC(a,c), CFCtoC(c,a))} .$$

Данные дидактической онтологии используются для построения дидактико-семантических карт, которые предоставляют дополнительную информацию как эксперту, который отвечает за ПТ-формализацию, так и пользователю с целью повышения наглядности. Структурная схема ПТМ изображена на рис.2.

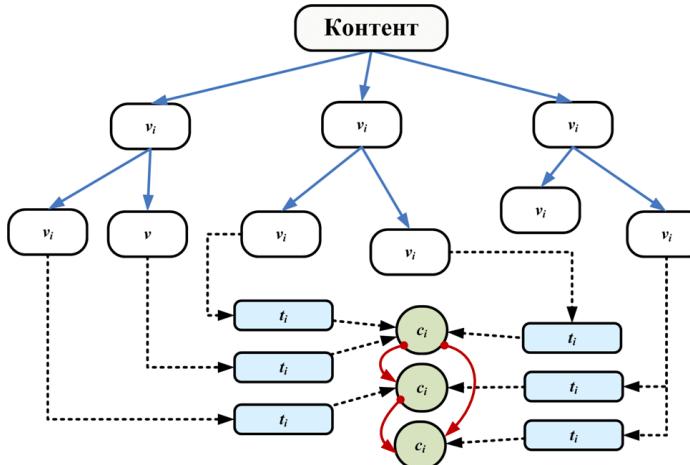


Рис.2. Структурная схема ПТМ и связь с контентом

Иерархически сетевая объектно-ориентированная модель структуры информационно-учебного Web-контента разработана для обеспечения иерархического представления больших объемов контента, поддержки междисциплинарных связей, тематической группировки и сортировки, поддержки повторного использования контента, а также для организации навигации по контенту Web-портала. Схематично модель контента изображена на рис.3.

Элементы контента: $V = \{v_i\}$, где $i=1..n_V$. Дочерние элементы: $Ch: V \rightarrow 2^V$. Родительские связи: $F: V \rightarrow V$. Оператор определения всех элементов-потомков: $Desc(e)$, $e \in V$. Бинарные сетевые связи между элементами: $N \subseteq V \times V$. Типизация элементов контента: $VTypes = \{item, list, block\}$. Здесь *item* означает

обычный элемент контента, $list$ – список, $block$ – семантический блок. Семантические роли или типы элементов контента задаются отношением: $VType:V \rightarrow Vtypes$.

Понятие семантического блока контента вводится с целью описания множества элементов контента, которые имеют логическое и структурное единство, имеют единый источник происхождения, например одно авторство, и представляют одну тему. Множество элементов семантического блока определяется оператором $Desc(v)$, где v – вершина блока в дереве контента, $VType(v)=block$. Отношение псевдонимов между элементами контента служит для повторного использования контента: $A:V \rightarrow V$. Говорим, что элемент v_k является псевдонимом элемента v_l в том случае, когда $(v_k, v_l) \in A$, при этом v_k играет роль получателя, а v_l - источника.

Для организации различных межпредметных и внутрипредметных связей между элементами контента, моделирования предметных областей, каталогизации, группировки и поиска ассоциативного контента предлагается использовать структуру тематических групп. Множество групп: $G=\{g_1, \dots, g_{nG}\}$. Дочерние группы: $ChG:G \rightarrow 2^G$. Родительские связи: $FG:G \rightarrow G$. Определение групп-потомков происходит с помощью оператора: $DescG(g)$, $g \in G$. Определение потомков множества групп: $DescGG(A)=\cup(DescG(g_i))$, где $g_i \in A$, $A \subseteq G$. Оператор генеалогической линии группы g : $AncG(g)$, $g \in G$. Генеалогическая линия множества групп $A \subseteq G$: $AncGG(A)=\cup(AncG(g_i))$, где $g_i \in A$, $A \subseteq G$.

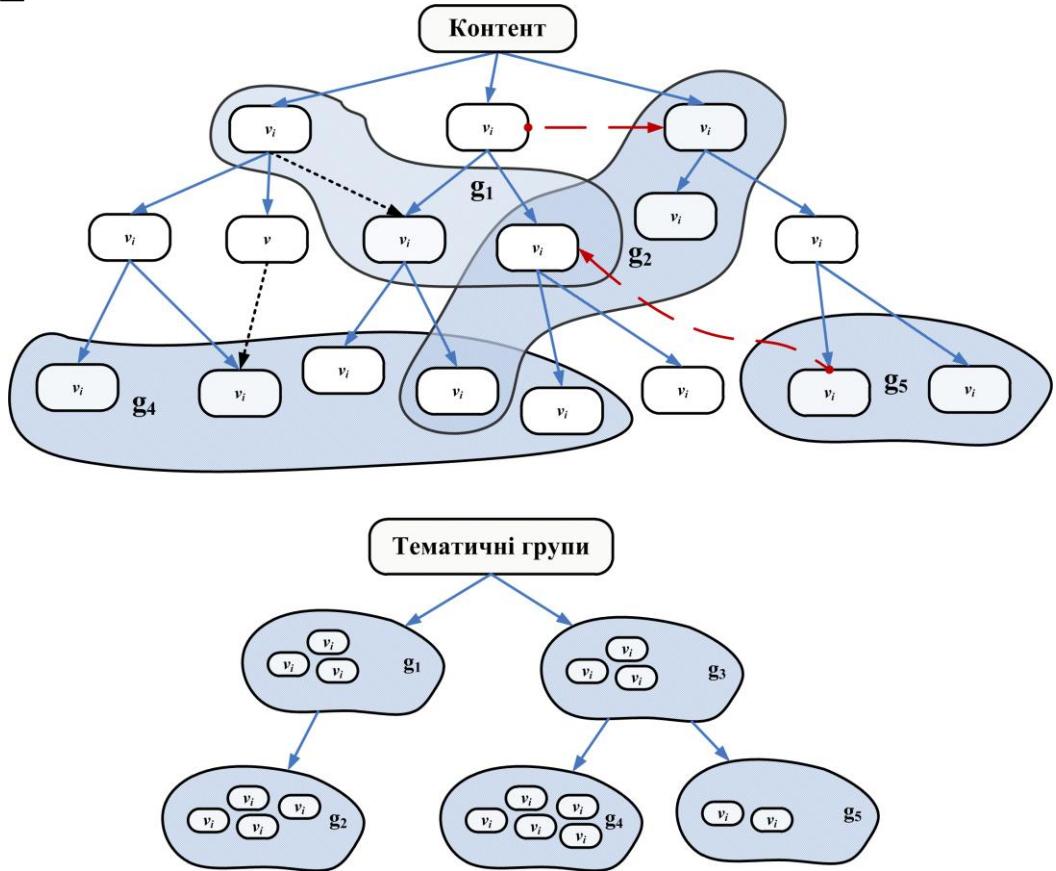


Рис.3. Схематическое изображение структурной модели Web-контента: дерево контента и дерево тематических групп

Тематической группе соответствует набор элементов контента, которые входят в эту группу, что задается отображением: $VG:G \rightarrow 2^V$. Благодаря семантическим ролям элементов контента, заданным с помощью $VType$, множество контента, касающегося данной группы, автоматически расширяется, что реализуется благодаря разработанному оператору:

$$GV(v) = \{g: v \in VG(g) \vee (v \in Desc(v') \wedge v' \in VG(g) \wedge VType(v') = block) \vee (v \in Ch(v') \wedge v' \in VG(g) \wedge VType(v') = list)\}.$$

Структурная модель профессиональных компетенций (МПК) предложена с целью представления знаний о специальностях, профессиях и должностях. С помощью МПК описываются конкретные профессиональные компетенции (знания, навыки, умения), из совокупности которых формируется общее описание той или иной специальности (профессии), при этом устанавливается связь между компетенциями и соответствующим учебным контентом. Множество компетенций, описанных в системе: $S = \{s_i\}$, $i=1..n_S$. Иерархия компетенций: дочерние компетенции $ChS:S \rightarrow 2^S$; родительские связи $FS:S \rightarrow S$. Декомпозиция компетенции, то есть множество всех потомков: $DescS(s)$, $s \in S$. Для того чтобы предоставить возможность организовать модель компетенций таким образом, чтобы одна компетенция могла стать основой не только для единственной родительской, но и для других компетенций высшего уровня, вводится отношение псевдонимов: $AS:S \rightarrow S$. Таким образом $s = AS(s')$ представляет компетенцию-источник s для ее псевдонима s' . Связь компетенций с контентом: $VS:S \rightarrow 2^V$; $SV:V \rightarrow 2^S$. Для поиска полного набора контента компетенции с учетом семантических ролей элементов контента, заданных их типизацией, разработан соответствующий оператор:

$$VatS(s) = \{v: v \in VS(s) \vee (v \in Desc(v') \wedge v' \in VS(s) \wedge VType(v') = block) \vee (v \in Ch(v') \wedge v' \in VS(s) \wedge VType(v') = list)\}.$$

С помощью компетенций предлагается строить *профиль специалиста*: $Exp = \{exp_i\}$. Связь между профилем специалиста и его компетенциями задается отображением: $SExp: Exp \rightarrow 2^S$.

С целью представления структурных основ и алгоритмов генерации и автоматизированного анализа тестов разработана **модель контроля и диагностики знаний и состояния обучения (МКД)**. Строительным материалом тестовых заданий являются семантические сущности ПТМ. Множество *тестов*: $Test = \{test_i\}$. Входным параметром теста является контрольная область учебного контента: $Vtrg:Test \rightarrow 2^V$. Ресурсная область контента служит в качестве дополнительного источника ПТ-элементов: $Vres:Test \rightarrow 2^V$. Множество тестовых заданий: $Task = \{task_i\}$. Связь тестов с заданиями задается отображением: $TestTasks: Test \rightarrow 2^{Task}$. Каждое задание связывается с контрольной ПТ-парой, то есть таким понятием и его тезисом, которые лягут в основу этого тестового задания: $TaskCT:Task \rightarrow CT$.

Формируется набор шаблонов для тестовых заданий $TTempl = \{TTempl_i\}$, $TaskTempl:Task \rightarrow TTempl$. Каждое задание связывается с набором семантических элементов, используемых как варианты альтернативных

ответов: $TaskAItems: Task \rightarrow 2^C \cup 2^T$. Типизация вопросительного ПТ-элемента задается отображением: $TQEntity: TT\text{empl} \rightarrow CTEntity$, где $CTEntity = \{Concept, Thesis\}$.

Классы ПТ-элементов, которые могут быть применены для тестового задания каждого из шаблонов: $TQClasses: TT\text{empl} \rightarrow 2^{C\text{lasses}} \cup 2^{T\text{lasses}}$. Запрещенные ПТ-классы в задании: $TQNotClasses: TT\text{empl} \rightarrow 2^{C\text{lasses}} \cup 2^{T\text{lasses}}$. Для аналогичного указания классов для ПТ-элементов, служащих как варианты ответов используются отображения $TAClasses$ и $TANotClasses$.

Предложенный алгоритм построения и визуализации тестового задания $task_k$ на основе ПТ-элементов, их связи с учебными материалами и шаблонов тестовых заданий содержит следующие шаги:

1) выбор контрольной ПТ-пары:

$$TaskCT(task_k) = (t_k, c_k): (t_k, c_k) \in CT \wedge VT(t_k) \in Vtrg(test_k);$$

2) поиск допустимых шаблонов заданий:

$$\begin{aligned} TT' = \{tt: TQEntity(tt) = Concept \wedge (CClass(c_k) \in TQClasses(tt) \vee TQClasses(tt) = 0) \wedge \\ CClass(c_k) \notin TQNotClasses(tt) \wedge (TClass(t_k) \in TAClasses(tt) \vee TAClasses(tt) = 0) \wedge \\ TClass(t_k) \notin TANotClasses(tt)\}, \end{aligned}$$

аналогично ищется TT'' для $TQEntity(tt) = Thesis$, $TT = TT' \cup TT''$;

3) выбор шаблона задания: $TaskTempl(task_k) = tt_k$;

4) поиск альтернативных вариантов ответов;

$$\begin{aligned} TaskAItems' = \{t: t \neq t_k \wedge CT(t) \neq c_k \wedge (TClass(t) \in TAClasses(tt_k) \wedge \\ TAClasses(tt_k) \neq 0) \vee (t \in T \wedge TAClasses(tt_k) = 0) \} \wedge \\ TClass(t) \notin TANotClasses(tt_k) \wedge VT(t) \in Vres(test_k)\}, \end{aligned}$$

где $TaskAItems'$ состоит из тез, аналогично ищутся варианты ответов-понятия;

5) визуализация тестового задания.

Предложенная **модель образовательного запроса** (МОЗ) служит для реализации запроса к системе на образовательные услуги и инициализации индивидуального учебного процесса. Образовательный запрос Eq может задаваться с помощью различных элементов, среди которых следующие: 1) целевые компетенции или профиль специалиста: $EqS \subseteq S$ или $EqExp \subseteq Exp$, 2) целевые учебные понятия: $EqC \subseteq C$; 3) целевой контент или учебный курс: $EqV \subseteq V$; 4) целевая тематическая группа или предметная область: $EqG \subseteq G$. Полное описание образовательного запроса имеет вид:

$$Eq = \{EqS, EqExp, EqC, EqV, EqG\}.$$

Модель пользователя (МП) описывает цели обучения и уровень знаний пользователя системы. Множество пользователей в системе: $L = \{l_i\}$, где $i = 1..n_L$. Целевой профиль специалиста: $LExpAims: L \rightarrow 2^{Exp}$. Целевые компетенции ученика: $LSAims: L \rightarrow 2^S$. Целевой контент пользователя: $LVAims: L \rightarrow 2^V$. Целевые понятия ученика: $LCAims: L \rightarrow 2^C$. Целевые предметные области пользователя: $LGAims: L \rightarrow 2^G$. Таким образом, совокупные цели пользователя задаются множеством:

$$LAims = \{LExpAims, LSAims, LVAims, LCAims, LGAims\}.$$

Подсистема организации индивидуализированного обучения разработана для обеспечения обработки образовательного запроса и инициализации релевантного учебного процесса путем построения индивидуальной учебной среды (ИУС). В зависимости от целей пользователя и типа его образовательного запроса учебный процесс может принимать различные по целевому назначению и объему формы: 1) получение специальности: $LExpAims(l_i)=EqExp$; 2) получение компетенции или адаптированной специальности: $LSAims(l_i)=EqS$; 3) изучение индивидуального учебного курса: $LVAims(l_i)=EqV$; 4) исследование предметной области: $LGAims(l_i)=EqG$; 5) изучение отдельного учебного понятия: $LCAims(l_i)=EqC$.

Генерация ИУС для получения специальности происходит на основе сведений о профиле специалиста. Полный набор компетенций, касающихся данного профиля, является декомпозицией профиля специалиста и определяется следующим образом:

$$SDExp(exp) = \{s \in S: s \in SExp(exp) \vee s \in DescS(a), \text{ где } a \in SExp(exp)\}.$$

Всю совокупность контента декомпозированного профиля специалиста будем называть *профильной областью контента* данного специалиста: $VSDExp(exp) = \{v: v \in VatS(s), \text{ где } s \in SDExp(exp)\}$.

После получения совокупности контента $V' = VSDExp(exp)$, $V' \subseteq V$ декомпозиции профиля $exp \in Exp$ для его иерархического структурирования применяются базовые отношения иерархичности между элементами контента F и Ch . В итоге получаем некоторую совокупность поддеревьев контента, которые могут рассматриваться в качестве *набора индивидуальных учебных курсов и модулей*. Оператор $Roots(V')$ укажет на корни новообразованных поддеревьев.

Для решения задачи дидактического упорядочения полученных блоков контента разработан метод на основе отношений между понятиями онтологии с применением аппарата стэнфордской модели нечеткого вывода (рис.4).

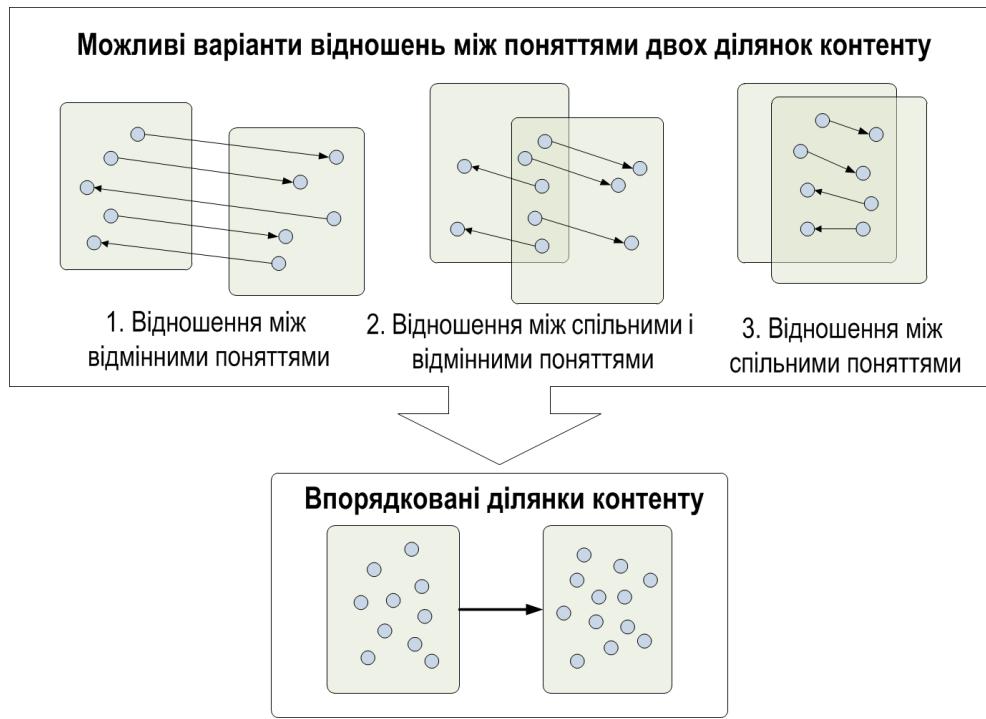


Рис. 4. Схематическое изображение задачи дидактического упорядочения контента

Этапы метода упорядочения индивидуального контента на основе онтологии и нечеткого вывода:

1. Предварительный этап построения транзитивных связей между понятиями и формирование транзитивного замыкания графа онтологии, основанного на правиле:

$$\begin{aligned} \text{concept_before}(c_k, c_l) \langle CF_{kl} \rangle \wedge \text{concept_before}(c_l, c_m) \langle CF_{lm} \rangle \rightarrow \\ \text{concept_before}(c_k, c_m) \langle CF_{kl} \times CF_{lm} \rangle \end{aligned} .$$

Задача решается на основе модифицированного алгоритма Флойда-Варшала, где в качестве весов ребер рассчитываются факторы уверенности в соответствии с представленным выше правилом транзитивности.

2. Поиск *целевых* и *фоновых* понятий каждого из участков контента V с помощью правил:

$$\begin{aligned} \exists t \left(CT(t) = c \wedge tClass(t) \neq tAttaching \wedge VT(t) \in V \right) \rightarrow \\ \rightarrow \text{concept_essential}(c, V) , \\ \forall t \left(CT(t) = c \wedge VT(t) \in V \wedge tClass(t) = tAttaching \right) \rightarrow \\ \rightarrow \text{concept_pre}(c, V) . \end{aligned}$$

3. Попарный анализ отношения следования между участками, на основе правил:

$$\begin{aligned} \text{concept_essential}(c_k, V_k) \wedge \text{concept_pre}(c_k, V_l) \rightarrow \\ \rightarrow \text{content_before}(V_k, V_l) \langle CF_{es} \rangle , \\ \text{concept_essential}(c_k, V_k) \wedge c_l \in CVV(V_l) \wedge \\ \text{concept_before}(c_k, c_l) \rightarrow \text{content_before}(V_k, V_l) \langle CF_g \rangle , \\ \text{где } CVV(V) = \{c : VC(c) \cap V \neq 0\} . \end{aligned}$$

4. Сортировка участков контента с помощью алгоритма топологической сортировки ациклического орграфа.

Алгоритм, который решает задачу упорядочения участков индивидуального контента представлен в виде диаграммы деятельности на рис.5.

Третий раздел посвящен программным средствам системы автоматизированного управления контентом ИУП, созданным на основе разработанного комплекса моделей, методов и алгоритмов. Программный комплекс реализован на базе Web-технологий путем разработки двух ключевых библиотек классов: 1) основная библиотека отвечает за непосредственную реализацию разработанных моделей; 2) административная библиотека служит для организации управления БД и БЗ системы с учетом специфических для нее моделей данных. Представлена архитектура системы, показана ее структурная схема и физическая архитектура с помощью диаграммы развертывания. Структурная схема модулей Web-системы, основанной на предложенной комплексной модели, изображена на рис.6.

База знаний предметной области состоит из трех информационных взаимосвязанных хранилищ: база контента, понятийно-тезисная база и граф онтологии, а также компетенции. Персоналу системы предоставляются специальные инструментальные средства формирования и актуализации такой базы знаний. Кроме того пользователь начинает свою работу с системы инициализации обучения и выбора целевого контента. По результатам этого этапа подсистема управления обучением генерирует индивидуальную учебную среду и сохраняет ее с помощью специальных структур модели пользователя. Модуль доставки контента служит для доставки персонального образовательного контента пользователю. Модуль тестирования отвечает за механизмы контроля знаний.

В четвертой главе приведено описание применения системы в проектах, выполнявшихся совместно с Учебно-методическим комплексом «Институт последипломного образования» НТУУ «КПИ», Институтом информационных технологий и средств обучения НАПН Украины, Региональным центром развития e-правительства в Автономной Республике Крым и представительством Международного университета «Vision» (США) в Восточной Европе.

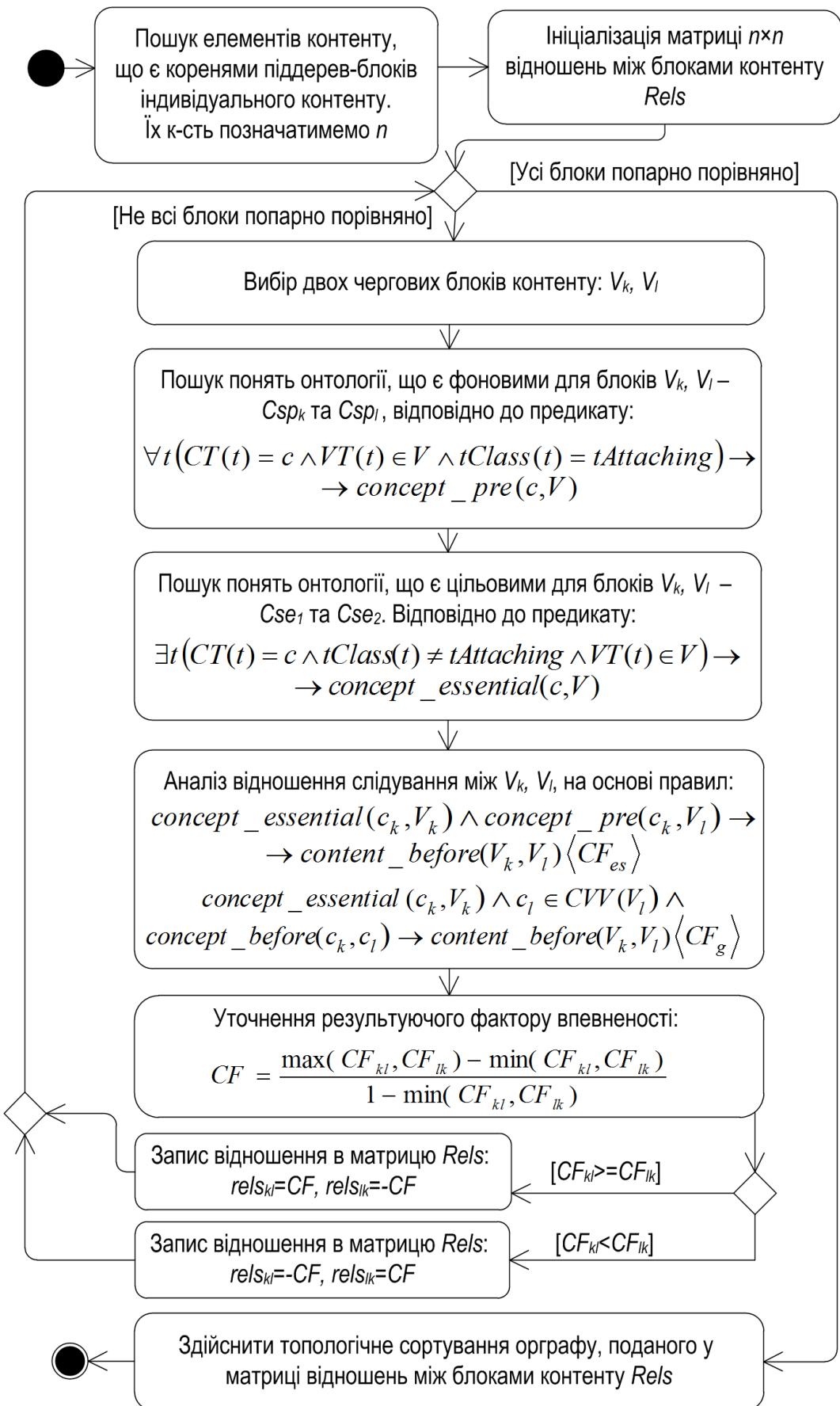


Рис.5. Алгоритм упорядочения участков индивидуального контента на основе онтологии и нечеткого вывода.

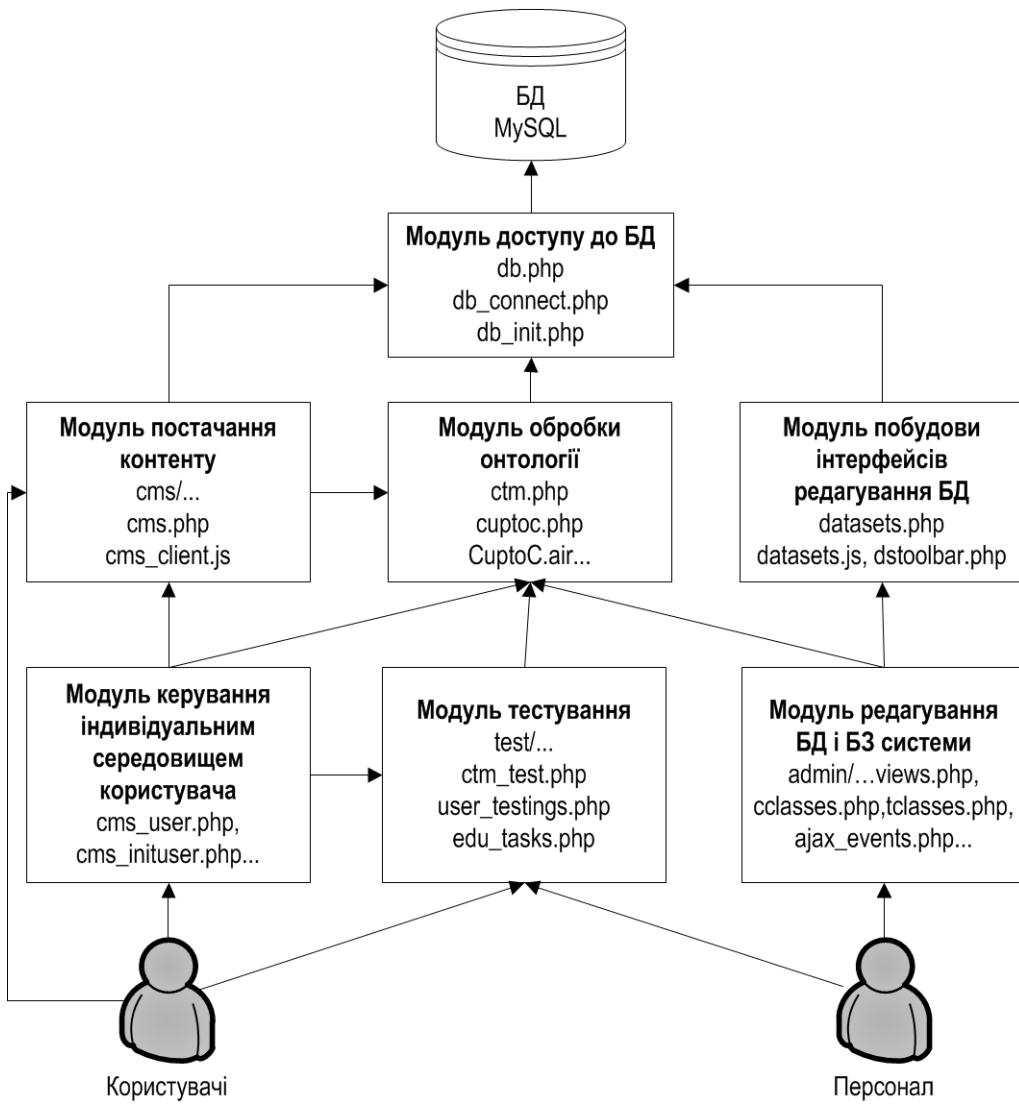


Рис.6. Модульная структура программного комплекса.

В частности описано выполнение следующих задач:

- предметная формализация контента и автоматическое построение и визуализация онтологии учебного курса «Е-правительство»;
- автоматизация тестирования в курсах по программированию и «Е-правительство»;
- построение портала организации, структурирование и формализация информации на основе предложенной модели Web-контента;
- построение индивидуальной учебной среды в цикле дисциплин по программированию.

Разработанное программное обеспечение внедрено в упомянутых организациях, что подтверждается соответствующими актами. Создана система, функционирующая на открытом учебном портале znannya.org, который представляет учебные материалы по информационным технологиям, программированию и проектированию программного обеспечения. Предложенный программный комплекс может применяться для построения информационно-учебных Web-порталов по различным предметным областям с функцией индивидуализированного доступа пользователей к требуемым информационным ресурсам.

ВЫВОДЫ

В работе решена проблема построения комплекса моделей и методов и создания на их основе программного обеспечения онтологически-ориентированной системы управления информационно-учебным Web-контентом с функцией индивидуализированного доступа пользователей к требуемой профессионально-учебной информации в рамках информационного Web-портала. Диссертация содержит следующие теоретические и практические результаты.

1. Проведен анализ существующих программных систем, применяемых для управления Web-контентом информационных порталов учебного и профессионального назначения. Проанализированы современные образовательные требования к программным системам поддержки обучения, рассмотрены методы, модели и технологии интеллектуальных обучающих систем и возможности их применения для построения информационно-учебных Web-порталов. Показано, что современные образовательные требования необходимо удовлетворять на основе онтологически-ориентированного моделирования учебного Web-контента, как средства моделирования знаний в информационно-учебной программной Web-системе.

2. Разработан комплекс моделей и методов управления информационно-учебным Web-контентом на основе онтологического подхода, что соответствует сформулированным требованиям и обеспечивает структурно-алгоритмические основы программных средств индивидуализированного доступа пользователей к требуемым междисциплинарным ресурсам информационных Web-порталов. Разработаны следующие ключевые компоненты:

- иерархически-сетевая объектно-ориентированная модель представления данных и знаний, представленных в Web-контенте информационно-учебного портала;
- модель формализации понятийной составляющей Web-контента и метод автоматизированного построения онтологии предметной области;
- метод автоматического построения индивидуальной информационно-учебной Web-среды.

3. Разработана иерархически-сетевая объектно-ориентированная модель представления данных и знаний, представленных в Web-контенте, что обеспечило основу для информационной структуры разрабатываемой программной системы и предоставило комплексное решение задач презентации больших объемов многопредметной информации, организации междисциплинарных связей, моделирования предметных областей, представления структуры профессиональных компетенций и организации навигации в информационном Web-портале.

4. Разработана модель формализации понятийной составляющей контента информационно-учебной Web-системы, что позволило программно реализовать средства автоматизированного построения тестовых заданий, создания гипермейдийного справочника по предметной области обучения и обеспечило основу для метода автоматического построения онтологии предметной области.

5. Адаптирована стэнфордская модель нечеткого вывода с целью применения аппарата нечеткой логики в программных модулях, отвечающих за решение задач определения очередности структурных элементов межпредметного Web-контента. Это обеспечило основу для разработки метода автоматического построения онтологии и метода генерации индивидуальной учебной среды в программной системе управления информационно-учебными Web-ресурсами.

6. Предложен метод автоматизированного построения онтологии предметной области для информационно-учебных Web-систем на основе стэнфордской модели нечеткого вывода. Суть метода заключается в автоматическом определении семантических отношений между структурными элементами formalized контента на базе аппарата нечеткого вывода, что позволило построить программный модуль предметной formalization контента и модуль автоматизированного создания и обработки онтологии для системы управления информационно-учебным Web-контентом.

7. На основе онтологического подхода и нечеткой логики разработан метод автоматического построения индивидуальной междисциплинарной Web-среды обучения. Разработанный метод позволил программно реализовать подсистему индивидуализированного доступа пользователей Web-порталов к требуемым информационно-учебным ресурсам.

8. Разработана прикладная программная система управления контентом с расширенным инструментарием автоматизированного построения информационно-учебных Web-порталов, содержащая программные средства создания междисциплинарной базы контента учебного и профессионального назначения, средства автоматического построения и отображения онтологии предметной области, средства построения индивидуальной информационно-учебной среды и средства автоматизированного построения тестовых заданий. Результаты работы внедрены в учебно-методическом комплексе «Институт последипломного образования» НТУУ «КПИ», в Институте информационных технологий и средств обучения НАПН Украине, в Региональном центре развития e-правительства в Автономной Республике Крым и в представительстве Международного университета «Vision» (США) в Восточной Европе.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Гагарин, А. А. Организация дистанционного обучения как информационный фактор реализации научно-технологической составляющей экономической безопасности государства / А. А. Гагарин, А. Н. Луценко, С. В. Титенко // Экономическая безопасность государства и информационные технологии в ее обеспечении / под общ. ред. Г.К. Вороновского, И.В. Недина – К.:Знания Украины, 2005, стр. 608-619.
2. Титенко, С. В. Семантична модель знань для цілей організації контролю знань у навчальній системі / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // Сборник трудов международной конференции «Интеллектуальный анализ информации-2006». – Київ: Просвіта, 2006. – С. 298-307.
3. Титенко, С. В. Практична реалізація технологій автоматизації тестування на основі понятійно-тезисної моделі / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // Образование и виртуальность – 2006. Сборник научных трудов 10-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования / Под общ. ред. В.А. Гребенюка, Др Киншука, В.В. Семенца.– Харьков-Ялта: УАДО, 2006.– С. 401-412.
4. Гагарін, О. О. Концептуальний підхід до подання знань в інтелектуальній освітній системі / О. О. Гагарін, В. І. Гайдаржи, С. В. Титенко // Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в науці, освіті та економіці: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. 11-13 грудня 2006 р., м. Луганськ: Альма-матер, 2006. – С.17-19
5. Титенко, С. В. Концепція гіпертекстового навчаючого середовища / С. В. Титенко, О. О. Гагарін, В. І. Гайдаржи // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали IX Міжнародної науково-технічної конференції (15-19 травня 2007 р., Київ). – К: НТУУ «КПІ», 2007. – с. 203.
6. Гагарін, О. О. Проблеми створення гіпертекстового навчаючого середовища / О. О. Гагарін, С. В. Титенко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля №4 (110) 2007 Ч.2 - Луганськ 2007 - С. 6-15.
7. Титенко, С. В. FreshKnowledge – система управління навчальним Веб-контентом на семантичному рівні / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // VII международная конференция «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2007», Киев, 15-18 мая 2007г. : Сб. тр./ Ред. кол. : С.В. Сирота (гл.ред.) и др. – К.: Просвіта, 2007. – С. 342-352
8. Gagarin, A. Complex model of educational hypermedia environment for ongoing learning / A. Gagarin, S. Tytenko // Образование и виртуальность – 2007. Сборник научных трудов 11-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования / Под общ. ред. В.А. Гребенюка, Др Киншука и В.В. Семенца.– Харьков-Ялта: УАДО, 2007.– С. 140-145
9. Титенко, С. В. Формування навчального контенту на основі моделі даних Tree-Net / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції "Комп'ютерна математика в інженерії, науці та освіті" (CMSEE-2007), м. Полтава, 28-30 листопада 2007 р. - Полтава: Вид-во ПолНТУ, 2007 - 42с.

10. Гагарін, О. О. Дослідження і аналіз методів та моделей інтелектуальних систем безперервного навчання / О. О. Гагарін, С. В. Титенко // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2007. – № 6(56). – С. 37-48.
11. Титенко, С. В. Моделювання області знань в системі безперервного навчання на основі інтеграції моделі контенту Tree-Net і поняттєвно-тезисної моделі / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // VIII международная конференция «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2008», Киев, 14-17 мая 2008г. : Сб. тр./ Ред. кол. : С.В. Сирота (гл.ред.) и др. – К.: Просвіта, 2008. – С. 475-484.
12. Титенко, С. В. Ієрархічно-мережева модель управління освітнім контентом системи безперервного навчання / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції (20-24 травня 2008р., Київ). – К.: НТУУ «КПІ», 2008 – 258 с.
13. Титенко, С. В. Комплекс моделей для побудови Web-системи безперервного навчання / С. В. Титенко // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2008. – № 5(61). – С. 57-66.
14. Титенко, С. В. Модель навчального Web-контенту Tree-Net як основа для інтеграції керування знаннями і безперервним навчанням / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2009. — № 1. — С. 74–86.
15. Гагарін, О. О. Моделювання професійних компетенцій у Web-системі безперервного навчання / О. О. Гагарін, С. В. Титенко // Сучасні тенденції розвитку інформаційних технологій в науці, освіті та економіці: Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції. 9-11 квітня 2009 р., м. Луганськ. – Луганськ: Альма-матер, 2009. – С. 128–130.
16. Титенко, С. В. Проблема моделювання знань в інтелектуальних навчальних Web-системах / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // IX международная научная конференция имени Т.А. Таран «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2009», Киев, 19-22 мая 2009 г.: сб. тр./ ред. кол.: С.В. Сирота (гл. ред.) и др. – К.: Просвіта, 2009. – С. 384-390.
17. Титенко, С. В. Генерація тестових завдань у системі дистанційного навчання на основі моделі формалізації дидактичного тексту / С. В. Титенко // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2009. – № 1(63). – С. 47–57.
18. Титенко, С. В. Генерація індивідуального навчального середовища на основі моделі професійних компетенцій у Web-системі безперервного навчання / С. В. Титенко // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – 2009. – №1 (131). Ч.2. – С. 267-273.
19. Титенко, С. В. Автоматизация построения образовательных Web-ресурсов для поддержки непрерывного обучения на примере портала знаний [znannya.org](#) / С. В. Титенко // Международная научно-практическая конференция «Веб-программирование и Интернет-технологии WebConf09»: Сб. матер. Междунар. науч.-практич. конф. Минск, 8–10 июня 2009г. – Мин.: Институт математики НАН Беларуси, 2009. – С. 70-71.
20. Гагарин, А. А. Автоматизация построения информационных образовательных ресурсов для поддержки непрерывного обучения на примере портала [znannya.org](#) / А. А. Гагарин, С. В. Титенко // Образование и виртуальность – 2009. Сборник научных трудов 12-й Международной конференции Украинской ассоциации дистанционного образования. Под общ. ред. В.А. Гребенюка и В.В. Семенца.– Харьков-Ялта: УАДО, 2009.– С. 109-119.

21. Титенко, С. В. Керування контентом веб-систем безперервного навчання / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // XV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. Проблеми науки, практики і освіти»: Зб. матер. Міжнар. наук.-практич. конф. Київ, 23–26 лютого 2010р. – Київ.: Європейський університет, 2010. – С. 213-214.
22. Титенко, С. В. Автоматизація побудови дидактичної онтології на основі понятійно-тезисної моделі / С. В. Титенко, О. О. Гагарін // X Міжнародна наукова конференція імені Т.А. Таран «Інтелектуальний аналіз інформації IAI-2010.»: Зб. праць Міжнар. наук. конф. Київ, 18–21 травня 2010р. – Київ.: Національний технічний університет України «КПІ», 2010. – С. 269-275.
23. Титенко, С. В. Побудова дидактичної онтології на основі аналізу елементів понятійно-тезисної моделі / С. В. Титенко // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2010. – № 1(69). – С. 82-87.

АННОТАЦИЯ

Титенко С. В. Программное обеспечение онтологически-ориентированной системы управления информационно-учебным Web-контентом. – Рукопись.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 01.05.03. – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем. – Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины, Киев, 2011.

Диссертационная работа посвящена разработке структурно-алгоритмических основ и программных средств управления информационно-учебным Web-контентом. В работе обосновано, что средством моделирования знаний в информационно-образовательной Web-системе является онтологически-ориентированная модель контента, которая содержит такие компоненты, как информационное наполнение, онтология предметной области и дидактическая функция. Модель контента программной Web-системы должна учитывать такие современные образовательные требования как междисциплинарность знаний, непосредственная ориентация обучения на практическое применение знаний во время профессиональной деятельности и индивидуализация учебного процесса. На основании сформулированных требований разработан комплекс моделей и методов управления Web-контентом информационно-учебных порталов (ИУП), основными из которых являются объектно-ориентированная иерархически-сетевая модель контента, понятийно-тезисная модель формализации смысла контента, модель профессиональных компетенций, метод автоматического построения онтологии на основе стэнфордской модели нечеткого вывода, алгоритм генерации тестовых заданий и метод построения индивидуальной образовательной Web-среды. На основе комплекса моделей и методов создан программный комплекс управления Web-контентом ИУП. Разработанные программные средства

внедрены в учреждениях различного характера и применены в учебном процессе.

Ключевые слова: образовательные Web-системы, моделирование знаний, онтология предметной области, Web-контент, стэнфордская модель нечеткого вывода, генерация индивидуальной образовательной среды, генерация тестовых заданий.

ABSTRACT

Tytenko S. V. Software of ontology-oriented system for information and learning web content management. – Manuscript.

Thesis for obtaining a candidate degree of engineering sciences on speciality 01.05.03 – Mathematical software of computing machines and systems. – Pukhov Institute for Modeling in Energy Engineering NAS of Ukraine, Kyiv, 2011.

Dissertation work is devoted to development of structural basis and software tools of information and learning web content management. Knowledge modelling methods and technologies for educational systems were considered. Thus it was shown that the way to achieve knowledge modelling in educational and information web systems is the development of an ontology-oriented model of learning content which consists of such components as information content, domain ontology and didactic function. Content model has to take into account such features of modern education as interdisciplinary of knowledge, practical-oriented learning which aims at immediate knowledge implementation during professional activities, and the necessity of educational process individualization.

According to formulated requirements, an array of web content management models and methods of educational and information system was developed. It was proposed to realize program system functions through delimitation of system work on two levels: knowledge management and individualized learning organization.

The aim of the knowledge level is to build a knowledge base by process of web content and professional competences formalization. Knowledge management is based on three key models: hierarchic-network object-oriented model of web content, Concept-thesis model of content meaning formalization, and Professional competences model. On the basis of content formalization models method of domain ontology production was developed with use of Stanford theory of fuzzy inference.

The individualized learning organization level aims at automatic building of an individual learning environment according to personal needs of learner. Functions of the learning organization level works on the basis of knowledge placed into the system at the knowledge management level. These functions are based on the use of web content and competences models and also on such components as Learner model, Educational request model, Knowledge control and diagnosis model for test tasks production and method of individual learning environment production.

On the basis of proposed complex of models and methods the software of educational and information web system was created. It is based on two key class

libraries. The main library serves for direct implementation of developed models and methods. The administrative class library serves for database management processes taking into account specific data models of the system. The information and learning web system was tested at institutions of various kinds and used in educational process.

Keywords: educational web systems, knowledge representation, knowledge management, educational Web-content, Stanford theory of fuzzy inference, individual learning environment production, test tasks production.