

Динамическая интеллектуальная система управления процессами в информационно-образовательном пространстве высших учебных заведений

В статье представлена технология применения динамической интеллектуальной системы управления процессами для организации интегрированного информационно-образовательного пространства высшего учебного заведения и реализации коллективного доступа к нему с целью формирования гибких учебных программ и методических материалов на основе многоагентных и сервисно ориентированных архитектур. Рассматривается прототипный пример использования динамической интеллектуальной системы управления процессами обучения для формирования учебно-методических комплексов. Дается оценка эффективности создания и использования динамических интеллектуальных систем управления для информационно-образовательного пространства вуза.

Ключевые слова: динамическая интеллектуальная система управления процессами, информационно-образовательное пространство, репозиторий объектов, онтология, сервисно ориентированная архитектура, многоагентная технология.

DYNAMIC INTELLECTUAL SYSTEM OF PROCESS MANAGEMENT IN INFORMATION AND EDUCATION ENVIRONMENT OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

The paper represents the technology of application of dynamic intelligent process management system for integrated information-educational environment of university and providing the access for community in order to develop flexible education programs and teaching manuals based on multi-agent and service-oriented architecture. The article depicts the prototype of dynamic intelligent process management system using for forming of educational-methodic body. Efficiency of creation and usage of dynamic intelligent process management system is evaluated.

Keywords: dynamic intelligent process management system, information-educational environment, object repository, ontology, service-oriented architecture, multi-agent technology.

Введение

Разработка динамических интеллектуальных систем управления бизнес-процессами (ДИС УБП) обусловлена необходимостью создания гибких конфигураций процессов, настраиваемых на реализацию текущих потребностей пользователей, изменение условий функционирования организации во внешней среде, решение новых стратегических и тактических задач. В [1, 2] были предложены архитектура и методы реализации таких ДИС УБП на основе применения многоагентных технологий и сервисно ориентированных архитектур.

В качестве предметной области для создания прототипа ДИС УБП выбрана научно-образовательная деятельность высшего учебного заведения, требующая построения индивидуальных траекторий обучения студентов, формирования адаптивных учебно-методических комплексов, гибкого взаимодействия преподавателей и студентов в учебном процессе на основе единого информационно-образовательного пространства (ИОП).

Понятию «информационно-образовательное пространство вуза» посвящено большое количество

работ и исследований. В определениях ИОП делается упор на разные аспекты: функционирование ИОП как динамической системы, объединяющей информационные и коммуникационные технологии в образовательном и научном процессах и обеспечивающей взаимодействие в структуре ИОП компонентов (ценностно-целевого, ресурсного, содержательного, психолого-педагогического, административно-организационного, участников информационного обмена). Так, в [3] ИОП трактуется как системно организованная совокупность специальных ресур-



Юрий Филиппович Тельнов,
д.э.н., проф., заведующий кафедрой
прикладной информатики в экономике
Тел.: 8 (495) 442-71-22
Эл. почта: YTelnov@mesi.ru
МЭСИ
<http://www.mesi.ru>

Yuriy F. Telnov,
Doctor of Economics, head of department
of applied informatics in economics
Tel.: 8 (495) 442-71-22
E-mail: YTelnov@mesi.ru
MESI
<http://www.mesi.ru>



Василий Александрович Казаков,
к.э.н., доцент кафедры прикладной
информатики в экономике
Тел.: 8 (495) 442-80-98
Эл. почта: VKazakov@mesi.ru
МЭСИ
<http://www.mesi.ru>

Vasily A. Kazakov
Ph.D. in Economics, Associate Professor
at department of applied informatics in
economics
Tel.: 8 (495) 442-80-98
E-mail: VKazakov@mesi.ru
MESI
<http://www.mesi.ru>

сов и средств, обеспечивающих удовлетворение образовательных и научных потребностей пользователей. В [4] ИОП представляет совокупность участников информационного процесса, информационных ресурсов, содержащих данные и сведения, зафиксированные на носителях информации, организационных структур, обеспечивающих функционирование и развитие единого информационного пространства, программно-технических средств и организационно-нормативных документов. В [5] ИОП – это пространство осуществления личностных изменений людей в образовательных целях на основе использования современных информационных и телекоммуникационных технологий, возрастающая роль которых в организации образовательной деятельности определяет актуальность задачи конструирования и структурирования информационного образовательного пространства города, области, страны в целом.

В контексте данной работы под интегрированным информационно-образовательным пространством будем понимать организационно-технологическую инфраструктурную среду функционирования системы электронного обучения, которое включает в себя распределенный контент в виде электронных образовательных ресурсов (контента) и набор ИТ-сервисов, обеспечивающих в режиме удаленного доступа выполнение функций по информационному и программному обеспечению (поддержке) образовательной деятельности [6].

Для обеспечения создания информационно-образовательного пространства с использованием динамической интеллектуальной системы управления процессами предлагается:

- разработка принципов и концепций семантического моделирования ИОП на основе развития объектной парадигмы представления знаний и многоагентной технологии взаимодействия субъектов научно-образовательного процесса;

- разработка семантических методов интеграции разнородных источников знаний, описания образовательных и научных сервисов на основе онтологического подхода;
- разработка методов представления объектов знаний в ИОП на основе сервисно ориентированной технологии («знания как сервис»);
- разработка методов композиции сервисов и объектов знаний в соответствии с моделями компетенций и потребностей образовательных и исследовательских программ;
- разработка многоагентной технологии применения сервисов в ИОП для решения образовательных и исследовательских задач;
- разработка методов коллективного решения образовательных и исследовательских задач в ИОП на основе многоагентной технологии.

Разработка методов и средств создания интегрированного информационно-образовательного пространства базируется на принципах построения систем управления знаниями (СУЗ), которые применяют концепции объектной организации знаний, многоагентных технологий и онтологического подхода. К наиболее близким методологиям создания СУЗ относятся:

- Know-net – комплексная методология управления знаниями [7];
- методология Common KADS [8];
- методология On-To-Knowledge [9];
- двухуровневая методология управления знаниями [10].

Вместе с тем в этих методологиях не реализован прагматический аспект использования информационного пространства, реализуемый в первую очередь через модель компетенций (требований), и не отражена специфика применения интеллектуальных ресурсов (источников знаний) в образовательных и исследовательских целях, в частности, коллективный характер проведения обучения и исследований с помощью многоагентных технологий.



Оксана Александровна Козлова,
преподаватель кафедры прикладной
информатики в экономике
Тел.: 8 (495) 442-80-98
Эл. почта: OKozlova@mesi.ru
МЭСИ
<http://www.mesi.ru>

Oksana A. Kozlova,
Lecturer at department of applied
informatics in economics
Tel.: 8 (495) 442-80-98
E-mail: OKozlova@mesi.ru
MESI
<http://www.mesi.ru>

Анализ методологий создания интеллектуальных обучающих систем и сред [11–13] показал, что они недостаточно развиты с позиции использования разнородных источников знаний, организации динамического процесса освоения и генерации знаний и не базируются на современных сервисно ориентированных архитектурах, что очень важно для создания ИОП.

Применение технологий веб-сервисов становится актуальным инструментом, который может расширить механизм динамических многоагентных систем в ИОП. Для реализации поиска нужных конкретному потребителю сервисов и определений интерфейсов этих сервисов предусмотрен механизм публикации метаописаний (в произвольной форме) и спецификаций интерфейсов сервиса на языке WSDL [14] в каталоге UDDI (Universal Description & Discovery & Integration) [15], для которого разработан специальный стандарт. Однако с точки зрения поиска и композиции образовательных и исследовательских сервисов в ИОП этот инструментариий семантически не достаточен. Ряд авторов [16] указывают на необходимость проведения исследований по расширению данного стандарта на основе онтологического подхода. Вместе с тем реальные результаты по этому вопросу до сих пор не получены.

Таким образом, для создания информационно-образовательного пространства требуется комплексное применение методов объектной технологии представления знаний в системах управления знаниями на основе онтологического и компетентностного подходов и многоагентной технологии с использованием сервисной архитектуры [17–19]. Это позволит повысить эффективность научно-образовательной деятельности, обеспечить распределенное хранение и совместное использование разнородного контента всеми участниками научно-образовательного процесса для проведения научных исследований, методических разработок и обучения.

1. Формирование требований к динамической интеллектуальной системе управления процессами в информационно-образовательном пространстве

Для совместного использования учебных или исследовательских объектов преподавательскими, научными или студенческими коллективами в работе осуществляется развитие методов многоагентных технологий в условиях сервисно ориентированной организации как репозитория объектов знаний (*Знания как сервисы*), так и различных процедур доступа к ним (*Процедуры как сервисы*).

В качестве основных научно-образовательных сервисов выделяются:

- формирование учебного плана с учетом индивидуальной траектории обучения;
- формирование УМК для индивидуальной траектории обучения;
- формирование практикума, включая постановку практической задачи с учетом профиля обучающегося, отбор проектных решений по прецедентам;
- оценка качества полученных результатов (результатов интеллектуальной деятельности) на основе выбора и выполнения тестов и контрольных заданий для проверки знаний и умений;
- формирование учебных коллективов на основе создания, обновления и отбора профилей преподавателей, сотрудников и обучающихся.

Основные процессы, динамически настраиваемые на текущую ситуацию и особенности пользователей, представлены на рис. 1 в виде диаграммы вариантов использования (UML) и реализуют основные требования к создаваемой динамической системе управления процессами в информационно-образовательном пространстве.

К классам программных агентов, реализующих отдельные функции участников научно-образовательного процесса, относятся:

- преподаватели (научные сотрудники);

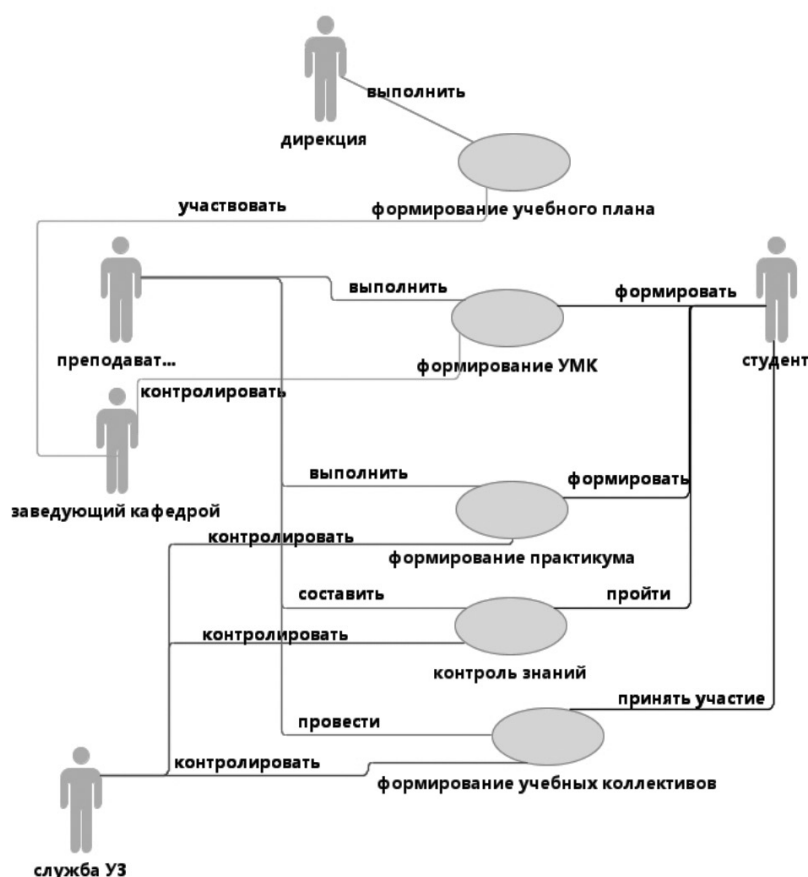


Рис. 1. Основные варианты использования информационно-образовательного пространства на основе ДИСУБП

- студенты (обучающиеся);
- руководители подразделений (заведующие кафедрами, руководители научных подразделений),
- менеджеры научно-образовательного процесса (дирекция учебных институтов-факультетов, менеджеры);
- администраторы научно-образовательного пространства (ИТ-службы, службы управления знаниями, службы управления контентом, администраторы баз данных).

В рамках реализации научно-образовательных сервисов требуется использование различных видов контента, разнородных источников знаний. Для представления источников знаний в информационно-образовательном пространстве предлагается метод объектного представления знаний в репозитории учебных и исследовательских объектов на основе совершенствования методов выделения и структурирования объектов, их семантической разметки.

2. Технология разработки базы знаний динамической интеллектуальной системы управления научно-образовательными процессами

Основными элементами базы знаний (репозитория) являются учебные и научные объекты, соответствующие дидактическим единицам предметной области, в качестве которых выделяются:

- объекты знаний: раздел – тема
- дидактическая единица предметной области;

- объекты умений: практические действия и автоматические навыки работников (обучающихся);
- объекты компетенций как сложных объектов, представляющих наборы знаний и умений для выполнения профессиональных функций (решения задач);
- объекты описания сферы практических приложений;
- объекты проектных решений или результатов интеллектуальной деятельности, полученных в ходе решения ранее поставленных задач;
- объекты контрольных примеров (ситуаций);
- объекты тестов (контрольных заданий);
- объекты описания методов и инструментальных средств;
- объекты описания нормативных документов;
- объекты описания профилей преподавателей (научных сотрудников);
- объекты описания профилей студентов (обучающихся).

Добавление новых элементов в единый репозиторий выполняется либо непосредственно авторами контента, либо преподавателями, использующими эти объекты для преподавания дисциплин.

Для интеграции разнородных источников знаний в информационно-образовательном пространстве предлагается использовать методы онтологического инжиниринга. Новизна предлагаемого подхода заключается в сопряжении онтологии учебных и исследовательских объектов, построенной в соответствии со спецификацией стандарта SCORM, онтологии предметной области и онтологии компетенций [6], что обеспечит построение

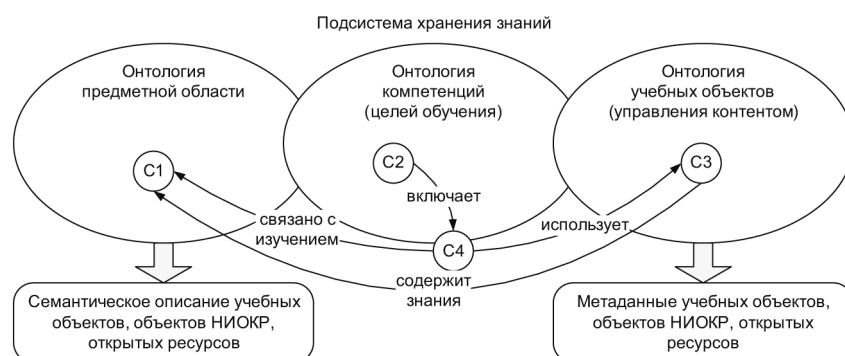


Рис. 2. Взаимосвязь онтологий и информационно-образовательных ресурсов

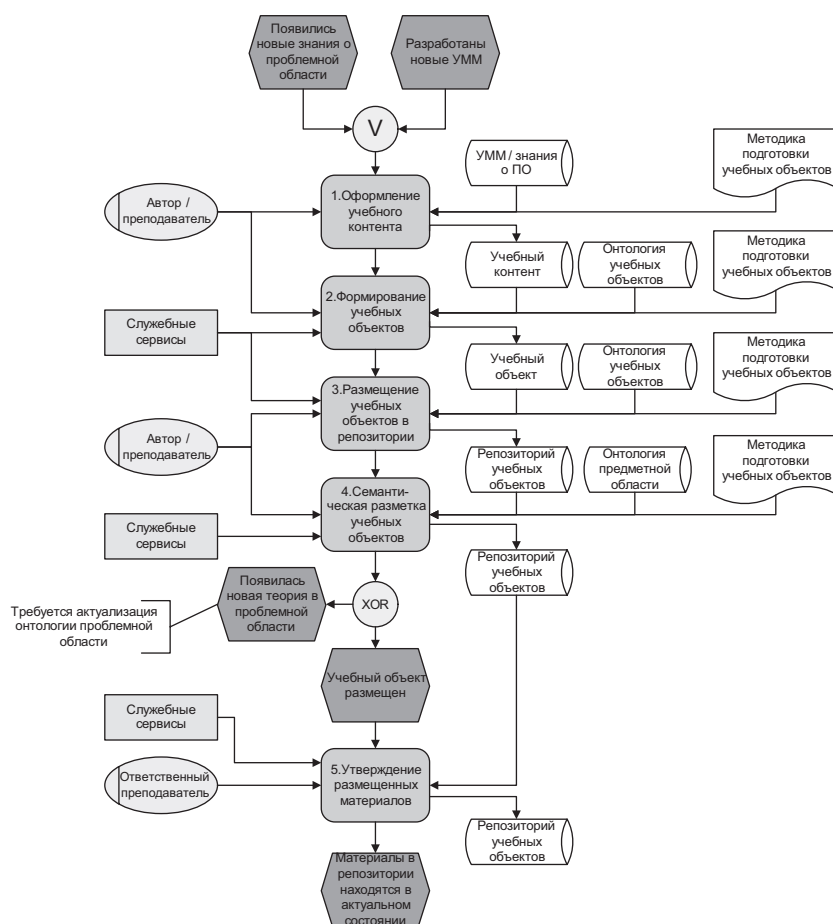


Рис. 3. Схема технологического процесса ведения репозитория учебных объектов

адекватных конкретной образовательной или исследовательской задаче траекторий изучения объектов и повторное использование учебных, методических и научных материалов в научно-образовательных сервисах ИОП. Структура взаимодействия онтологий представлена на рис. 2.

Для обеспечения поиска учебных материалов в ИОП необходимо хранить в базе знаний не только сами источники знаний, но и метаданные, описывающие эти источники. При загрузке контента в репозиторий заполняются основные обязательные поля метаданных на основе онтологии учебных объектов, а также семантическое описание объектов, формализованное на языке ObjectLogic [20] с использованием онтологии предметной области.

Схема технологического процесса ведения репозитория учебных объектов представлена на рис. 3.

При семантической разметке учебного объекта может сложиться ситуация, в которой набор понятий, связей и атрибутов, определенных в онтологии предметной области, окажется недостаточным для полного и точного описания содержания контента авторами/преподавателями. В этом случае происходит уточнение онтологии предметной области ответственным преподавателем.

Распределенный характер формирования базы знаний обуславливает наличие единого ответственного за согласованность размещенных учебных объектов. Поэтому после отправки метаданных в репозиторий данный учебный объект проверяется ответственным преподавателем. В случае если представленные материалы не содержат необходимых для изучения дисциплины знаний, материалы могут быть отклонены и может быть произведен возврат репозитория в исходное состояние.

Утвержденный учебный объект может быть использован для формирования УМК и становится доступен для поиска заинтересованными сторонами.

3. Технология разработки программных агентов динамической интеллектуальной системы управления процессами

Схема процесса информационного обеспечения участников образовательного процесса, основанная на использовании репозитория учебных объектов, онтологий целей обучения и предметной области, представлена на рис. 4 и включает следующие технологические операции:

- формирование и обновление модели обучающегося;
- генерация сценария обучения в соответствии с моделью обучающегося;
- информационное обеспечение процесса обучения, проводимого в соответствии со сценарием.

Для информационного обеспечения участников образовательного процесса должна быть определена модель обучающегося, отражающая его принадлежность к той или иной категории. Так, объективные характеристики обучающегося должны быть получены программными агентами из истории обучения (специальность, специализация, полученные знания, умения, навыки, освоенные компетенции) и регистрационных данных. Также можно выделить ряд характеристик, описывающих предпочтения обучающегося:

- характер профессиональной работы;
- вид деятельности;
- роль в виде деятельности (пользователь, исполнитель, аналитик, руководитель, исследователь);
- квалификация;
- вид полученного образования;
- цель изучения (ознакомление, практическая работа, теоретическое обобщение).

Программные агенты, обеспечивающие формирование модели обучающегося, должны непрерывно отслеживать его активность,

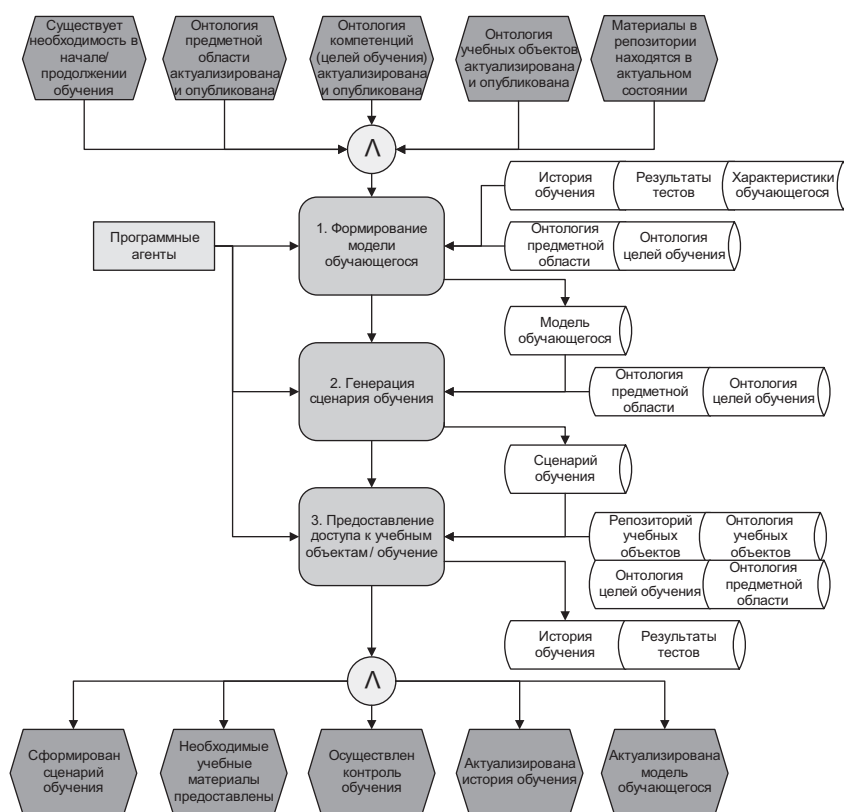


Рис. 4. Схема процесса информационного обеспечения участников образовательного процесса

изменение поведения, навыков, уровня знаний с целью повышения релевантности результатов поиска научно-образовательного контента в информационно-образовательном пространстве.

На основе полученной модели обучающегося формируется сценарий обучения.

При этом выполняется проверка соответствия выбранного вида деятельности (учебного курса, дисциплины) модели обучающегося (специальности, специализации, цели изучения и уровню квалификации). Квалификационные характеристики специальности, специализации, уровня образования должны быть сопоставлены процессам и задачам, решаемым субъектами соответствующих видов деятельности. Рольевые характеристики субъектов отражаются в онтологии предметной области, а соответствие между целями обучения и процессами (задачами) определяется на основе моделей компетенций обучающегося и выпускника, описанных в онтологии обучения. Если соответствие есть, то сценарий

обучения считается сформированным, в противном случае определяют другой вид деятельности (учебный курс) или проводится повышение квалификации по недостающим знаниям (углубление знаний в смежных учебных курсах).

Затем определяются связанные элементы вида деятельности и предоставление объектов знаний об этих элементах. Для формирования перечня изучаемых объектов определяется необходимость углубления изучения вида деятельности. Если требуется углубленное изучение материала, то осуществляется декомпозиция вида деятельности на составные процессы и дальнейшее их сопоставление с моделью обучающегося. Если же углубление изучения материала не требуется, рассматривается необходимость расширения изучения вида деятельности. При расширении изучения вида деятельности определяются подвиды (подклассы) деятельности и основных понятий, осуществляется их сопоставление с моделью обучающегося и отбор объектов для изучения.

В ходе сопоставления с моделью обучающегося агенты должны иметь возможность вызвать сервисы тестирования и провести серию уточняющих тестов на понимание основных понятий, а затем, интерпретировав результаты тестирования, предоставить дополнительные материалы. В случае успешного тестирования системой формируется список понятий для изучения – сценарий обучения.

После формирования сценария обучения происходит обращение к конкретным учебным объектам, которые выдаются обучающемуся в заданной последовательности. Для этого программный агент обучающегося по гиперссылкам в онтологии целей обучения и онтологии предметной области осуществляет переход в онтологию учебных объектов и далее к конкретным образовательным ресурсам. Результаты изучения материалов влияют на список учебных объектов, формируемый в дальнейшем. Они интерпретируются агентами и отражаются в модели обучающегося.

Таким образом, в рамках информационного обеспечения участников образовательного процесса предусматривается формирование индивидуального списка учебных объектов с различной широтой охвата материала и глубиной проработки вопросов в зависимости от профессиональных потребностей и уровня знаний обучающегося.

4. Пример использования динамической интеллектуальной системы управления процессами обучения для формирования учебно-методических комплексов

Образовательный процесс, организованный в рамках интегрированного информационно-образовательного пространства, предполагает обращение к репозиторию учебных объектов в соответствии с индивидуальными потребностями обучающихся. Для примера рассмотрим реализацию сервиса формирования УМК в соответствии с индивидуальной траекторией обучения, а также роли программных агентов, обеспечивающих

реализацию функций обучающихся и методистов, осуществляющих компоновку курсов по требованию обучающихся. Формализация процесса, реализующего взаимодействие обучающегося с ИОП в ходе исполнения индивидуальной траектории обучения, представлена в [6].

Рассмотрим пример функционирования системы в рамках процесса формирования индивидуальных учебных курсов в области информационно-коммуникационных технологий.

Основными документами, необходимыми для разработки онтологии предметной области, являются государственные стандарты в области ИТ [21, 22], профессиональные стандарты АПК ИТ [23], учебные материалы по таким курсам, как «Информационные системы и информационные технологии», «Проектирование информационных систем», «Базы данных» и др.

Разработка онтологии предметной области подразумевает анализ существующего научно-образовательного контента и выявление основных понятий и взаимосвязей между ними. В онтологии предметной области отражается декомпозиция вида деятельности на

составляющие процессы, которые, в свою очередь, раскрываются на содержательном уровне с помощью соответствующих отношений. Аналогичные процессы для составляющих объектов получают дальнейшую декомпозицию. Также показана декомпозиция процесса проектирования информационной системы на процессы предпроектного обследования, технического, рабочего проектирования, реализации и внедрения, содержание которых может быть детализировано для составных частей информационной системы: базы данных, программного, технического, организационного обеспечения. Графическое представление онтологии в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) показано на рис. 5.

Набор компетенций основных исполнителей в рамках процесса проектирования информационной системы (ИС) соответствует целевой модели компетенции обучающихся по направлению подготовки 23.07.00 «Прикладная информатика». Следовательно, обучающийся должен получить знания и умения, связанные с решением задач, выполняемых в рамках предпроектной стадии, технического проек-

тирования и т.д. Учебные объекты знаний, включаемые в индивидуальный учебный курс, связаны с понятиями «система управления», «информационная система», другими понятиями, характеризующими компоненты проектируемой ИС. Учебные объекты умений связаны с понятиями, характеризующими действия над указанными объектами, – «анализ предметной области», «формирование требований» и т.д.

Последовательность изучения материала в рамках формируемого курса определяется по следующим общим правилам:

- изучаются общие понятия («система управления», «информационная система» и др.), а затем конкретные («таблицы», «экранные формы» и др.);
- изучение ведется согласно порядку решения задач, определенному в рамках изучаемого процесса (например, «анализ предметной области» предшествует задаче «разработка технического задания»);
- изучаются понятия, соответствующие рассматриваемой задаче (например, задаче «проектирование базы данных» соответствуют понятия «модель

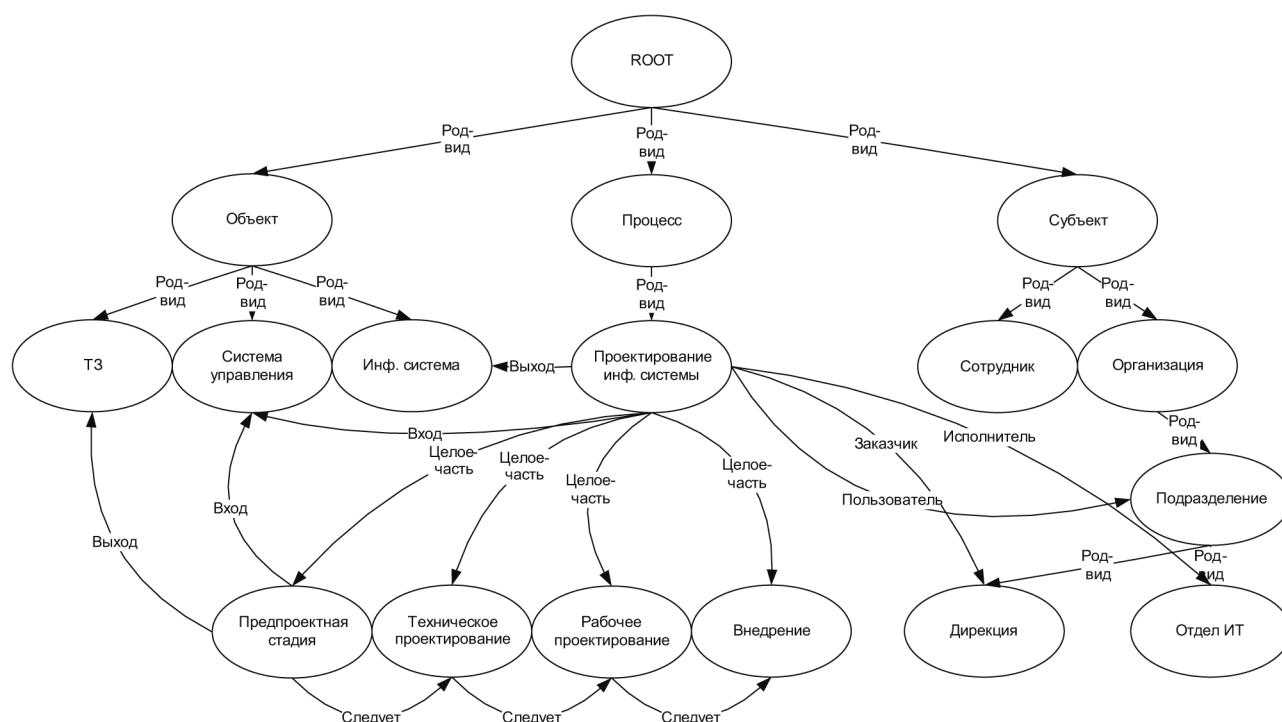


Рис. 5. Фрагмент онтологического представления процесса проектирования информационной системы

«сущность – связь», «третья нормальная форма»);

- задачи, которые не связаны с деятельностью субъекта, не включаются в учебный курс (так, задача «администрирование вычислительной сети» может не рассматриваться для обучающихся по направлению подготовки 23.07.00 «Прикладная информатика»).

5. Оценка эффективности создания и использования динамических интеллектуальных систем управления для информационно-образовательного пространства вуза

К основным технико-экономическим показателям, оценивающим эффективность применения динамических интеллектуальных систем управления образовательными и исследовательскими процессами, относятся [19]:

- повышение актуальности и эффективности использования распределенного научно-образовательного контента;
- гибкость, адаптивность и доступность обучения;
- рост вовлеченности профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и обучающихся в процесс создания и активного использования нового контента.

Гибкое конфигурирование образовательных и исследовательских процессов позволяет, с одной стороны, сократить затраты и улучшить качество разработки учебно-методического обеспечения, а с другой стороны, повысить эффективность непосредственно учебно-процесса.

Эффективность разработки учебно-методического обеспечения повышается в результате интеграции усилий авторских коллективов по созданию и непрерывному развитию обучающих курсов, в результате чего формируется более полное представление отображаемых концептуальных моделей предметных областей, а также происходит распараллеливание работ по созданию учебных объектов,

сокращающее затраты и сроки создания учебно-методического обеспечения.

Разработка и поддержка ИОП в масштабе единой электронной образовательной среды требует постоянных усилий для ее развития. Состав научно-образовательных ресурсов при первоначальном создании интегрированного пространства знаний определяется в принципе, конкретные источники знаний, особенно внешние, могут добавляться по мере развития проекта. Таким образом, задача разработки ИОП приобретает непрерывный характер.

Традиционно авторский коллектив формируется для каждого отдельного курса, поскольку, как правило, однотипные курсы для разных специальностей и разных категорий обучающихся составляются независимо друг от друга. Кроме того, отличающийся часто персонально состав авторов родственных курсов вносит субъективный взгляд на представление общих тем. В силу этого возрастает дублирование работ по составлению учебно-методического обеспечения.

Кроме того, ограниченность во времени при составлении учебно-методического обеспечения, нехватка знаний у авторов по специфическим вопросам дисциплин вызывает неполный охват учебно-методическим обеспечением тем учебной программы, что вызывает затраты на поиск дополнительной и неадаптированной литературы со стороны обучающихся.

Использование ИОП упрощает процесс создания учебных курсов в результате выполнения следующих действий:

- Для отбора специалистов в качестве авторов учебных объектов интеллектуальными агентами используются карты знаний, в которых по общим понятиям (рубрикам) фиксируются адресные ссылки на возможных авторов учебных объектов.
- Поиск в доступных пространствах знаний готовых объектов через общие сети коммуникации, например, поиск в сети вузов для обучения компьютерным дисциплинам эконо-

мических вузов. Тогда готовые объекты могут включаться при соблюдении авторских прав в общее пространство знаний другой виртуальной среды.

- Параллельная разработка новых учебных объектов различными специалистами, профили знаний которых содержатся в сетевой базе знаний. Распараллеливание работ по созданию компонентов может ускорить общее составление УМК.
- Корректировка учебных курсов. Традиционно корректировка учебных курсов выполняется при достижении определенной критической массы изменений, которые оправдывают необходимость перекомпиляции компьютерного представления. В этом случае корректировка учебных курсов осуществляется не чаще чем один раз в семестр перед очередным циклом обучения. Использование интеллектуальных программных агентов фактически позволяет формировать индивидуальный УМК, актуальный в любой момент времени, «на лету».
- Использование предложенной методологии применения динамической интеллектуальной системы управления процессами позволяет проводить внесение изменений по мере необходимости без проведения глобальной перекомпиляции учебного материала.

Таким образом, экономию затрат в создании и поддержании учебно-методического обеспечения открытого образования в результате использования методологии можно выразить формулой:

$$\Delta Z^{YMO} = \frac{\sum_i Z_i^C \cdot (K_i^{POBT} - 1)}{T} + \sum_k Z_k^O \cdot (K_k^{POBT} - 1) + \sum_j Z_j^H \cdot K_j^{HEOBESP}, \quad (1)$$

где ΔZ^{YMO} – экономия затрат при создании учебно-методического обеспечения в ИОП по сравнению с традиционными электронными курсами;

$i = 1, n$ $j = 1, m$ $k = 1, l$ – соответственно множества новых, отсутствующих и обновляемых учебных объектов;

Z_i^C – затраты на создание i -го объекта;
 Z_k^O – затраты на обновление k -го объекта;
 Z_j^P – затраты на поиск и аннотацию отсутствующего j -го объекта;
 T – число лет функционирования объекта;
 $K_i^{ПОВТ}$ – коэффициент повторяемости объекта в различных курсах (≥ 1);
 $K_i^{НЕОБЕСП}$ – коэффициент необеспеченности (наличия) объекта во внутренних источниках знаний (1 – не имеется в наличии, 0 – имеется).

Самостоятельное изучение дисциплин обучающимися предполагает доступ к сценариям обучения, как к руководствам по изучению дисциплин, с помощью которых можно легко осуществлять навигацию в пространстве знаний, обращаясь к конкретным объектам и другим источникам знаний, переходить на изучение смежных дисциплин, по которым имеются пробелы в знаниях или возникает дополнительный интерес.

Применение методов композиции процесса обучения на основе динамической интеллектуальной системы управления процессами позволяет сократить затраты на прослушивание лекций и консультации с тьюторами, увеличить объем самостоятельной работы студентов с гибким графиком учебного процесса.

Обучение различных категорий обучающихся с помощью сконфигурированных сценариев обучения с учетом их индивидуальных особенностей позволяет, с одной стороны, сократить затраты на теоретическое изучение избыточного учебного материала, не соответствующего категории обучающегося, или устранить ненужные повторы ранее пройденного материала. С другой стороны, происходит ускорение изучения интегрированных курсов в результате построения индивидуальной траектории обучения.

Практическое обучение с помощью практикумов позволяет предоставлять обучающимся сконфигурированные в соответствии с поставленной задачей типовые решения, которые реализуют принцип индуктивного обучения от частного к общему. Тщательная пошаговая проработка типовых решений позволяет сократить время тьюторов-консультантов на объяс-

нение хода решения задачи. Кроме того, сокращается время подготовки вариантов задач для самостоятельного решения, которые генерируются по общему семантическому шаблону.

Несмотря на возможные дополнительные обращения к другим курсам, требующим углубления изучения смежных вопросов, в целом релевантность подбора учебных объектов уровню знаний, которыми владеет и на которые претендует обучающийся, будет выше. Благодаря использованию динамической системы управления процессами обучения релевантность отбора дополнительной литературы во внешних источниках знаний также повышается. Сами затраты на изучение учебных объектов обучающимися со стороны учебного заведения в основном сводятся к затратам машинного времени, арендуемого у провайдера, затраты консультантов при хорошем построении сценария обучения сводятся к минимуму.

Исходя из рассмотренных соображений экономия затрат на обучение при динамическом формировании сценария обучения вычисляется по формуле:

$$\Delta Z^{ОБУЧ} = \sum_i Z_i^H \cdot (K_i^{ПОВТ} - 1) + \sum_j Z_j^P \cdot \Delta K_j^{РЕЛЕВ}, \quad (2)$$

где $\Delta Z^{ОБУЧ}$ – экономия затрат на обучение по сравнению с обучением по традиционным электронным курсам;

$i = 1, n$ $j = 1, m$ – соответственно множества основных и дополнительных учебных объектов;

Z_i^H – затраты на изучение i -го объекта;
 Z_j^P – затраты на поиск и изучение дополнительного j -го объекта;

$K_i^{ПОВТ}$ – коэффициент повторяемости объектов в курсах;

$\Delta K_j^{РЕЛЕВ}$ – изменение коэффициента релевантности отбора дополнительных объектов.

Заключение

Представленный вариант использования динамической интеллектуальной системы управления процессами обучения, базирующейся на многоагентных технологиях и сервисно ориентированной архитектуре, для поддержки со-

здания информационно-образовательного пространства обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными способами организации функционирования систем класса LMS и LCMS:

- Имеющийся набор базовых научно-образовательных сервисов позволяет удовлетворить широкий спектр потребностей обучающихся (теоретическая информация, практикумы, используемые инструментальные средства, нормативная база, подбор и коммуникации с тьютором и др.).
- Интеллектуальные программные агенты обеспечивают гибкость и динамичность структуры процесса обучения, логическую взаимосвязь независимых научно-образовательных сервисов в рамках процесса, а также контроль эффективности и результативности процесса.
- Использование онтологии компетенций, увязанной с онтологией предметной области, позволяет сопоставлять квалификационные требования и формируемые знания, умения и способности обучающихся.
- Использование онтологии учебных объектов, имеющих семантическое описание в терминах онтологии предметной области, позволяет обеспечить модульность создаваемых курсов и повышение релевантности отбора контента для обеспечения максимального удовлетворения индивидуальных особенностей обучающихся.

Одним из ключевых элементов, влияющих на эффективность применяемой методики, является база знаний системы, включающая расширяемый перечень онтологий предметной области, учебных объектов и компетенций. На начальном этапе функционирования системы значительные затраты, предположительно, связаны именно с формализацией онтологий. Однако по мере расширения онтологий и наполнения репозитория объектов доля этих затрат будет снижаться.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-07-00672а)

Литература

1. Тельнов Ю.Ф., Данилов А.В., Казаков В.А. Сервисно-ориентированная архитектура динамической интеллектуальной системы управления бизнес-процессами // Научно-практический журнал «Открытое образование». – 2010. – № 6.
2. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В. Формализация взаимодействия сервисов и агентов динамической интеллектуальной системы управления бизнес-процессами // Научно-практический журнал «Открытое образование». – 2012. – № 1.
3. Соснин П.И. Проблемы развития информационно-образовательного пространства вуза // Компьютерные технологии в высшем образовании (г. Ульяновск, 31 января – 2 февраля 2000 г.): тезисы научно-методической конференции. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2000. – С.5–9.
4. Логунова О.С., Королева В.В. Структура информационного образовательного пространства для подготовки IT-специалистов // Сборник научных трудов «Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах». – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2011. Режим доступа: http://www.old.magtu.ru/conf2011/article/Logunov_O_S.pdf
5. Структурное подразделение информатизации образования «Центр информатизации» Центрального р-на г. Санкт-Петербург. Режим доступа: <https://sites.google.com/site/centrinformaciikgb/rukovoditelam-ou>
6. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А. Технология организации и доступа к знаниям в интегрированном информационно-образовательном пространстве // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ 2012 (16 - 20 октября 2012 г., г. Белгород, Россия): Труды конференции. Т.2. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. - с. 193 - 204
7. Mentras, G., Apostolou, D., Abecker, A., Young, R. Knowledge Asset Management Beyond the Process-centered and Product-centered Approaches. – London: Springer, 2002.
8. Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A. etc. Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology. – The MIT Press, 2000.
9. Frank, D.F., Harmelen, Van F., Klein, M., Akkermans, H. On-To-Knowledge: Ontology-based Tools for Knowledge Management // Proceedings of the eBusiness and eWork 2000 (EMMSEC 2000). Conference, Madrid, Spain, 2000.
10. Кудрявцев Д.В. Системы управления знаниями и применение онтологий. – СПб: Изд-во СПбГПУ, 2010. – 344 с.
11. Анализ современных требований к оптимальному проектированию автоматизированных обучающих систем и новые методы их создания. Режим доступа: <http://www.ci.vstu.edu.ru/docum/2.htm>
12. Домрачев В.Г., Ретинская И.В. О классификации образовательных информационных технологий // Информационные технологии. – 1996. – № 2.
13. Brusilivski, P. Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education // Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching / C. Rollinger and C. Peylo (eds.). 1996.
14. W3C Web Services Description Language (WSDL). Режим доступа: <http://www.w3.org/TR/wsdl>
15. W3C Universal description, discovery, and integration (UDDI). Режим доступа: <http://www.uddi.org>
16. McIlraith, Sheila A., Son, T.C., Zen, H. Semantic Web Services / Stanford University. Режим доступа: <http://www.ksl.Stanford.edu>
17. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Горовой В.А. Модели и методы формирования онтологий // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2006. – № 46.
18. Трембач В.М. Интеллектуальные технологии для решения задач непрерывного образования, // Научно-практический журнал «Открытое образование». – М.: МЭСИ, 2012. – № 3. – С. 4–11.
19. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов: компонентная методология. – М.: Финансы и статистика, 2004.
20. ObjectLogic Tutorial © 2010 Ontoprise GmbH. Режим доступа: http://www.ontoprise.de/fileadmin/user_upload/Publications_EN/ObjectLogic_Tutorial.pdf
21. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207:1999. Процессы жизненного цикла программных средств.
22. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288:2005. Процессы жизненного цикла систем.
23. Профессиональные стандарты в области информационных технологий. – М.: АП КИТ, 2008. – 616 с. ил. – Квалификационные требования (профессиональный стандарт) в области информационных технологий: «Программист», «Системный архитектор», «Специалист по информационным системам», «Системный аналитик», «Специалист по системному администрированию», «Менеджер информационных технологий», «Менеджер по продажам решений и сложных технических систем», «Специалист по информационным ресурсам», «Администратор баз данных»