

СЕМАНТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОМПЕТЕНЦИЙ В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Дорохова О. Е.¹

¹ФГБОУ «Воронежский институт ГПС МЧС России», Воронеж, Россия (394052, Воронеж, ул. Краснознаменная, 231), dorochova_olga@mail.ru

В работе предлагается подход к созданию семантической модели компетенций и семантической модели обучающегося в адаптивной системе автоматизированного обучения в виде многомерной модели, изображенной в векторном пространстве. Данный подход позволяет индивидуализировать процесс обучения, повысить его эффективность за счет использования оценок компетенций на основе онтологических тестов и учета персональных стилей обучения. Для решения данной задачи используются Web-онтологии, поддерживающие принципы технологий Semantic Web, реализующие возможность построения тестирующих программ, которые генерируют контрольные задания исходя из семантики онтологий конкретных учебных курсов. Сформированная структура модели знаний адаптивной обучающей системы предполагает создание описаний учебных курсов под различные образовательные стандарты, подготовку структур хранения данных для графического отображения индивидуальной образовательной траектории обучающегося.

Ключевые слова: семантическая модель компетенций, адаптивная система автоматизированного обучения, онтологический тест, индивидуальная образовательная траектория

SEMANTIC MODEL COMPETENCE IN ADAPTIVE SYSTEM FOR AUTOMATED LEARNING

Dorokhova O. E.¹

¹Voronezh Institute of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia, Voronezh, Russia (394052, Voronezh, Krasnoznamyonnaya Str., 231), dorochova_olga@mail.ru

The paper presents an approach to the semantic competence model and semantic student model creation in conditions of computer-aided adaptive learning as a multidimensional model shown in the vector space. This approach allows to personalize the teaching process, raise its efficiency on the basis of competence-based assessment tests and ontological tests of personal learning styles. To solve this problem we use Web-ontologies, that is in accordance with Semantic Web technology and implement the possibility of constructing a testing program that generates control tasks based on the ontologies semantics of particular training courses. The formed structure model of knowledge adaptive learning system intends to create the training courses descriptions for different educational standards as well as training data storage for graphic display of student's individual learning trajectory.

Keywords: semantic model of competence, adaptive computer-aided learning, the ontological test, individual educational trajectories

На сегодняшний день одним из важнейших вопросов высшего образования является вопрос повышения эффективности обучения. В качестве решения данной проблемы многими исследователями обуславливается смещение акцента на самостоятельную и индивидуально-консультативную работу со студентами, т.е. индивидуализацию обучения [2, 4]. Индивидуализация обучения осуществляется отбором учебного материала, который может корректироваться и синтезироваться для индивидуальных программ и учебных курсов, а также развитием исследовательской деятельности обучающихся. Реализация индивидуализированного обучения невозможна без применения современных компьютерных информационных систем и технологий.

До сих пор существенным недостатком современных систем автоматизированного обучения является слабая развитость средств синтеза (генерации) заданий и анализа ответов на них.

В рамках данной работы предлагается модель адаптивной системы автоматизированного обучения и оценивания знаний, полученных в процессе обучения. Рассматривая процесс обучения как часть более общей проблемы получения, структурирования, передачи и преобразования знаний, необходимо применять научные методы, основанные на семантическом моделировании.

Следует учесть, что создание тестов, которые адекватно могут оценить знания обучающихся, является не просто составлением задач и объединением их в тест, а разработкой системы связанных заданий. В такой системе каждое задание должно удовлетворять определенным условиям, вследствие чего возникает необходимость создания нового вида адаптивного тестирования, такого как онтологический тест [5].

Рассматриваемый подход используется в адаптивной системе автоматизированного обучения, поддерживающей активное индивидуализированное обучение по различным дисциплинам, соединяющей возможности адаптивных гипермедиа-систем и интеллектуальных обучающих систем. В качестве основных параметров адаптации приняты оценки уровня профессиональных компетенций и характеристики персональных стилей обучения.

Для решения данной задачи представляется целесообразным использование технологий Semantic Web, потому что такая технология предполагает наличие у любой информации точного смысла, который нельзя было бы перепутать даже в случае совпадения фраз или слов, встреченных в разных контекстах. Фактически это означает, что любая информация связывается с некоторым неотделимым от нее контекстом [5].

Поддерживая принципы Semantic Web, представление и хранение информации в адаптивной системе осуществляется с помощью онтологий. В основе Web-онтологий лежат свойства, классы, объекты и ограничения, реализующие представление об объектах как о множестве сущностей, характеризуемых некоторым набором свойств. Эти сущности состоят между собой в определенных отношениях и объединяются по определенным признакам (свойствам и ограничениям) в группы (классы). В результате полного описания объектов и их свойств предметная область будет представлена как сложная иерархическая база знаний, над которой можно будет осуществлять «интеллектуальные» операции, такие как семантический поиск и вывод логических заключений.

Анализ моделей компетенций, изложенный в [6], показывает, что компетенция может быть представлена как совокупность субкомпетенций, при этом специалист обладает

компетенцией только в том случае, когда он обладает всеми субкомпетенциями, образующими компетенцию. Фрагмент модели компетенций [6] представлен на рис. 1.

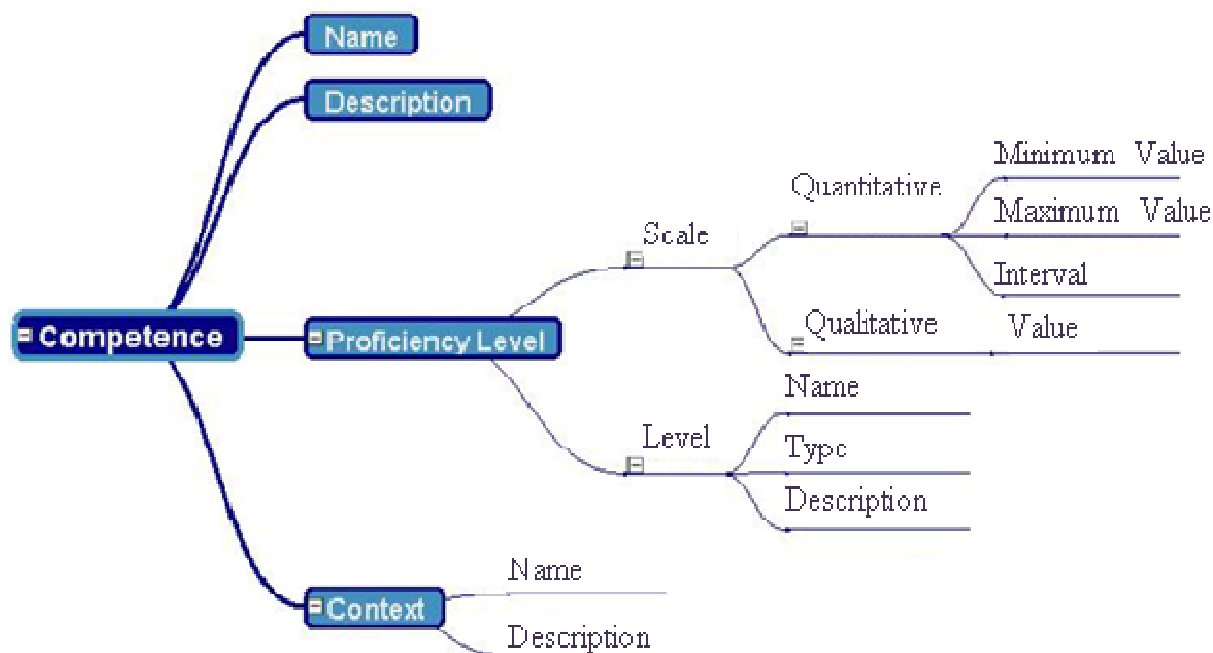


Рис. 1. Фрагмент модели компетенций [6]

Введем требования к уровню одной из компетенций вида «должен иметь представление», «должен знать», «должен уметь», «должен иметь навыки». Состояние обучающегося выражается в виде профиля компетенций, состоящего из набора компетенций. Каждая компетенция задается уровнем компетенции в процентном отношении относительно максимально достижимого уровня.

Построение модели индивидуальной компетентности в виде онтологии включает в себя [3]:

- определение классов в онтологии;
- организацию классов в таксономической (подкласс-суперкласс) иерархии;
- определение свойств и описание допустимых значений для этих свойств;
- заполнение значений свойств экземпляров.

Модель компетентности рассматривает знание в самом широком смысле и включает следующие четыре главных компонента: содержание темы (предмета), способность обучающегося, мотивацию (поведение) обучающегося и контекст, как показано на рис. 2.



Рис. 2. Модель индивидуальной компетентности

В такой модели знания обучающегося рассматриваются не как владение темой (содержанием предмета), а как изученное в контексте многомерного пространства компетенций. Соответственно, три важных компонента модели (способность обучающегося, содержание темы и поведение обучающегося), представленные в виде онтологий, могут быть отображены в векторном пространстве (рис. 3).

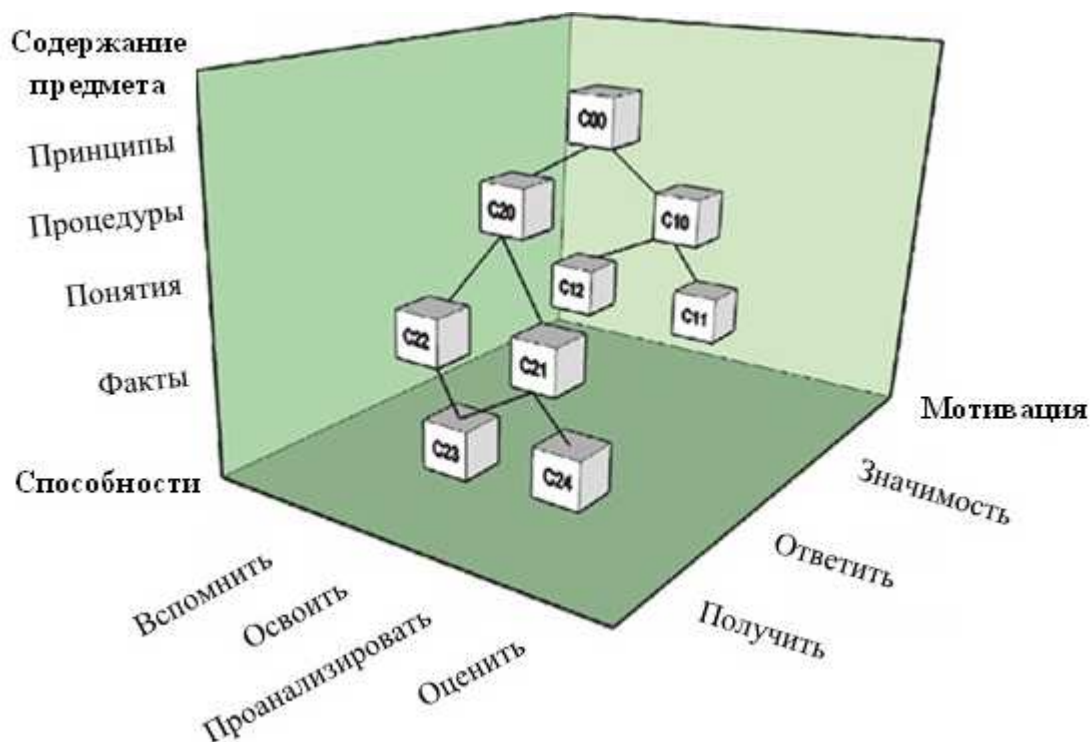


Рис. 3. Многомерная модель компетентности

Рассмотрим некоторые компетенции, основанные на многомерной модели. Например, C00 (обучающийся в состоянии использовать и оценить принципы) включает C10 (обучающийся в состоянии активно применить принципы) и C20 (обучающийся в состоянии активно использовать ранее полученные знания, умения, навыки).

Чтобы достигнуть C10, обучающийся должен быть в состоянии продемонстрировать оценку ситуации (C11) и определить важность проблемы (C12). Чтобы достигнуть C20, обучающийся должен быть в состоянии определить ограничения в своей работе (C22) и внимательно оценить ранее полученные знания (C21). Есть общая компетенция для C21 и C22, которой является C23 (обучающийся в состоянии распознать потребность в изучаемом материале). Чтобы достигнуть C21, обучающийся должен быть в состоянии вспомнить релевантные знания (C24). Это показывает, что можно отобразить и более сложные компетенции. Содержание предмета, таксономия способности, таксономия поведения и компетентность представлены в виде онтологий, основанных на Simple Knowledge Organisation System (SKOS) [7].

Дерево компетенций используется для оценки протестированной компетентности, помогая определять, что протестировать и как протестировать. Общая оценка может быть непосредственно сформулирована по оценкам параметров компетентности: способности обучающегося, содержания темы, поведения обучающегося и контекста. Например, оценка, соответствующая C11, могла бы быть в виде «Какая информация должна быть получена в ситуации А?» или «Определить информацию, которая избыточна в ситуации В».

Дерево компетенций может использоваться и в качестве механизма формирования необходимого набора тестовых заданий для оценки каждой компетенции. В этом процессе дерево компетенций преобразовано к дереву оценки. Дерево оценки состоит из узлов вопроса, где каждый узел вопроса соответствует узлу компетентности, как показано на рисунке 4. Движение по дереву компетентности в зависимости от цели обучения начнется в вершине или корневом узле. При этом дерево компетентности может пересекаться, отображаться, расширяться, визуализироваться множеством инструментов. Есть ряд возможных элементов оценки, связанных с каждым узлом компетентности, как показано на рис. 4.

Учитывая усеченное дерево компетентности (дерево, оставление которого ответвлениями и листьями представляет компетенции, еще не достигнутые обучающимся), адаптивная система оценки должна упорядочить элементы оценки. Последовательность определена согласно таксономическому содержанию темы, а также способности обучающегося.

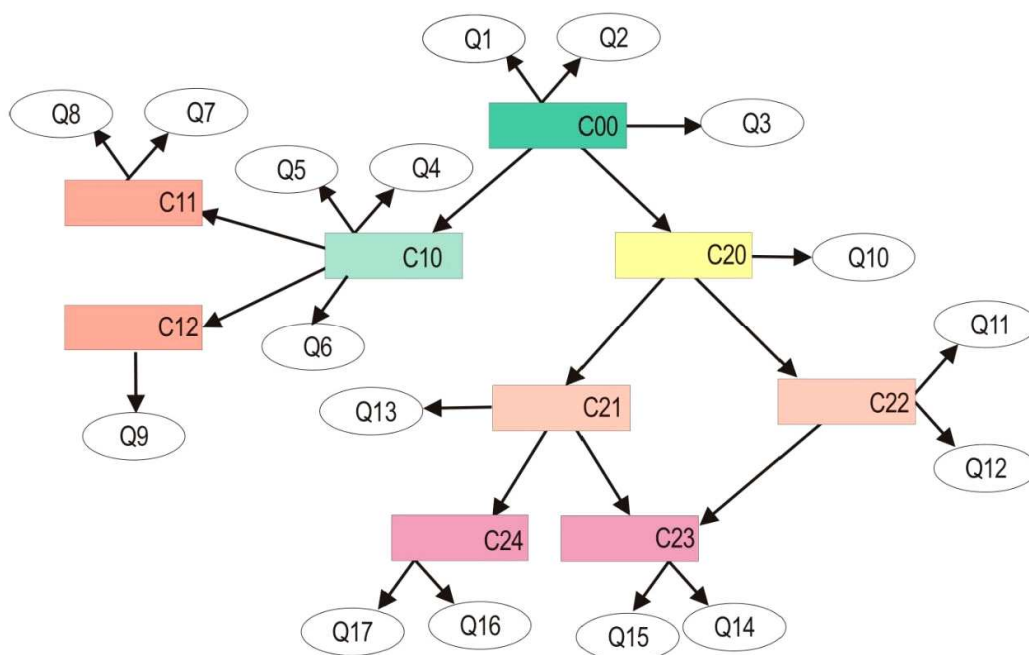


Рис. 4. Группы вопросов, основанных на дереве компетенций

В зависимости от ответов студента будет представлен элемент оценки. Результатом адаптивной оценки служат дерево компетентности вида: «что обучающийся может изучить», «что обучающийся готов изучить» и нахождение границ компетентности для обучающегося.

В рассматриваемом подходе наибольший интерес представляет модуль построения индивидуальной траектории обучения. На первом этапе построения индивидуальной траектории необходимо задать уровень знания студента (обучающегося), для которого будет строиться траектория. В качестве средства представления такой информации может выступать онтологическая модель обучающегося. Удобство такого подхода состоит в том, что достаточно один раз создать профиль пользователя в терминах данной предметной области, а затем поддерживать профиль в актуальном состоянии для хранения и динамической модификации индивидуальной траектории обучения, вызванной изменениями в предметной области.

После задания профиля обучающегося необходимо выбрать учебную цель. В качестве учебной цели могут выступать элемент образовательного стандарта, соответствующий некоторому квалификационному уровню, либо произвольная совокупность курсов.

Поскольку все учебные курсы представлены ориентированным графом, то задача построения индивидуальной траектории обучения сводится к выделению подграфа, связывающего текущие знания обучающегося и заданную образовательную цель. Полученная индивидуальная траектория обучения может быть сохранена в профиле обучающегося для дальнейшего использования.

Пусть с каждым учебным объектом связана информация относительно понятий, которые в нем используются. Входным понятием (input concept) $C_{i,j}$ j -го учебного объекта называется понятие, определение которого дано в некотором другом учебном объекте. Входящее понятие (output concept) $C_{o,j}$ – понятие, определение которого производится в j -ом учебном объекте. Пусть модель p -го обучающегося содержит информацию о состоянии изученности i -го понятия $UM_p(i)$. Такая информация является оценкой состояния изученности, поэтому эти параметры лучше интерпретировать как вероятность того, что p -й обучающийся полностью освоил компетенцию, связанную с понятием. При этом значение 0,5 будет соответствовать состоянию неопределенности.

Тогда каждому учебному объекту можно сопоставить точку на плоскости «способности» — «мотивация». Ось «способности» является оценкой состояния изученности входных понятий учебного объекта $F_{i,j} = 1 - \frac{\sum_{t \in C_{i,j}} UM(t)}{|C_{i,j}|}$, а ось «мотивация» — оценке состояния изученности результирующих понятий $F_{o,j} = 1 - \frac{\sum_{t \in C_{o,j}} UM(t)}{|C_{o,j}|}$.

В случае, когда формирование учебной траектории выполняется автоматически, следующий учебный объект выбирается по критерию $\max(F_{o,j} - F_{i,j})$. В случае либеральной стратегии обучения обучающемуся предоставляется аннотированный список самых удачных по указанному критерию понятий. Цель стратегии обучения – выбрать такие учебные объекты, которые переводят процесс обучения в состояние изученности всех понятий учебного курса.

При этом механизм тестирования использует результаты интеллектуальной оценки уровня компетенций и предоставляет набор тестов, приспособленных к уровню подготовки студента. Система контроля знаний формирует вопросы по сложности, основанные на данных, полученных во время тестирования. Это дает возможность построения адаптивных тестов, которые не требуют коррекции на уровне преподавателя. Возможно повышение уровня интеллектуальности системы за счет расширения функционала педагогического модуля, основанного на структуре личности обучающегося и оценивающего эффективность изучения учебного курса, а также введения дополнительных характеристик учебных курсов (длительность, сложность и т.д.) и построения индивидуальной траектории обучения.

В рамках учебного процесса применение Web-онтологий позволяет обеспечить организацию эффективного распределенного доступа к учебным ресурсам путем создания базы знаний, которая позволяет сделать ее независимой от интерпретации конкретного учебного процесса. Другой немаловажной особенностью такой системы является

возможность строить тестирующие программные системы, которые генерируют контрольные задания исходя из семантики описанных онтологий конкретных учебных курсов. Очевидно, что такие системы построения контроля знаний намного превосходят существующие на данный момент системы, ориентированные на тесты с выборкой одного из нескольких вариантов ответов.

С учетом свойств семантических моделей компетенций и семантических моделей обучающегося сформируем структуру модели знаний адаптивной обучающей системы (рис. 5).

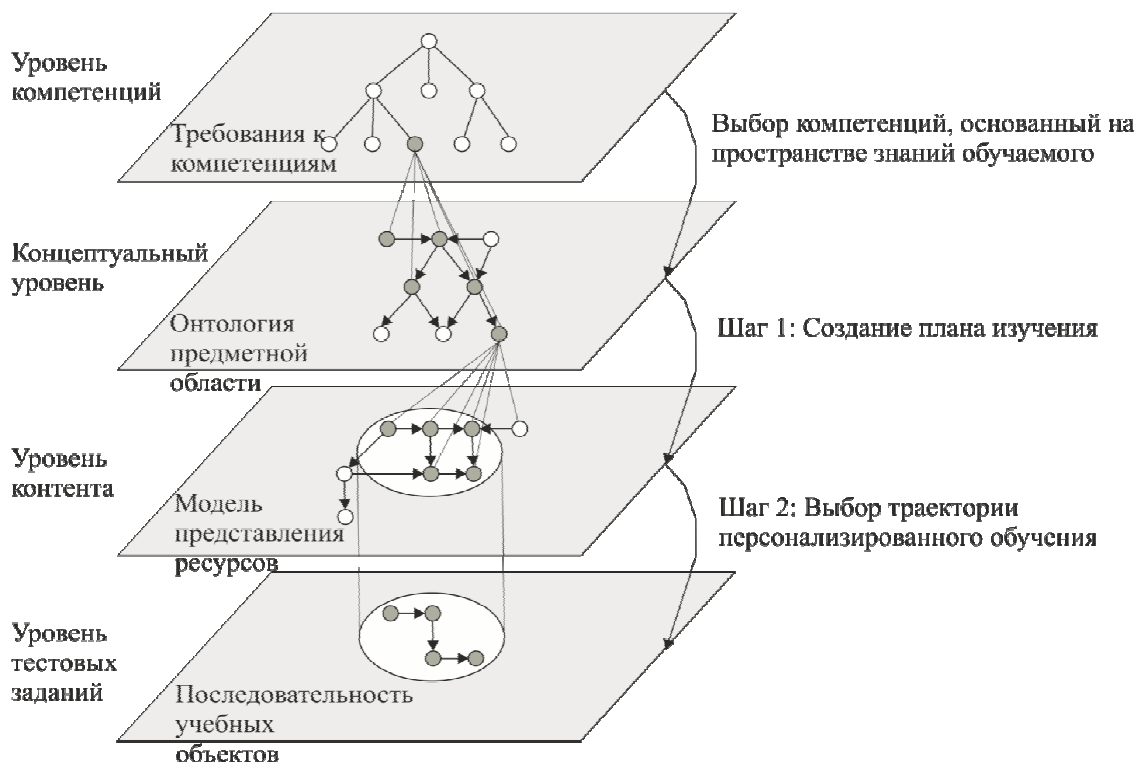


Рис. 5. Структура модели знаний адаптивной обучающей системы

На основе представленной модели знаний в адаптивной автоматизированной обучающей системе возможно создание описания учебных курсов под различные образовательные стандарты, подготовку структур хранения данных для построения графического отображения индивидуальной траектории обучения.

Предложенные семантические модели компетенций реализованы на базе известных компонентов и модулей. Для работы с онтологиями используются средства Jena, библиотеки которой позволяют выполнять все необходимые нам операции. В нашем случае это работа с онтологией на языке OWL, выполнение запросов на языке SPARQL к RDF нотации этой онтологии. Также имеется возможность создания и ведения области онтологии в ручном режиме с помощью редактора онтологий Protégé [1].

Рассмотренные семантические модели компетенций ориентированы на решение актуальной на сегодняшний день задачи построения индивидуальной траектории обучения, базируясь на произвольном образовательном стандарте. Для решения задачи было предложено использовать технологии Semantic Web, построения онтологической модели обучающегося, курса и образовательного стандарта.

Список литературы

1. Муромцев Д.И. Онтологический инжиниринг знаний в системе Protégé: Методическое пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007. – 62 с.
2. Сергеев В.В. Адаптивное тестирование в системах дистанционного обучения [Электронный ресурс] / В.В. Сергеев // Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – № 4. – 2007. – Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/65577.html>. – 30.06.2014 г.
3. Стюарт Рассел, Питер Норвиг. Искусственный интеллект: современный подход. Изд. 2-е.: пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.
4. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Эрганова. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 160 с.
5. Hung Jui-long.: Trends of E-learning Research from 2000 to 2008: Use of text mining and bibliometrics. British J. of Educational Technology, Vol. 43.1, (2012) С. 5–16.
6. Sampson D., Fytros D. Competence Models in Technology-Enhanced Competence-Based Learning // Handbook on Information Technologies for Education and Training. — Springer, 2008. pp. 155–176.
7. W3C, SKOS Core Guide. Available from <http://www.w3.org/TR/swbp-skos-core-guide/>

Рецензенты:

Остапенко В.С. д.п.н., профессор, профессор кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин ЦФ ФГБОУ ВПО «Российская академия правосудия», г. Воронеж;

Разинкин К.А., д.т.н., доцент, профессор кафедры систем информационной безопасности ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж.