

## ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ «УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

*Исмаилов Бактыбек Искакович, д.т.н., профессор, ИАИТ НАН КР, 720010, г. Бишкек, пр. Чуй 265а, Тел: 0771358645, e-mail: [bismailov47@gmail.com](mailto:bismailov47@gmail.com).*

*Каткова Светлана Николаевна, ст. преподаватель, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66, Тел: 0550437100, e-mail: [goodday54@vandex.ru](mailto:goodday54@vandex.ru)*

**Аннотация.** В статье исследована проблема структурирования предметной области «учебные материалы» для адаптивной автоматизированной обучающей системы (АОС). Обоснован выбор *онтологического подхода* к разработке структуры предметной области, как наиболее эффективного для реализации принципа адаптивности в АОС. Создана онтологическая модель предметной области «учебные материалы».

**Ключевые слова:** фрагменты-модули, модель предметной области, концепт, метапонятие, концептуальное структурирование.

## THE ONTOLOGICAL MODEL EDUCATIONAL DOMAIN MATERIALS IN AUTOMATED-TERM LEARNING PROGRAMMING SYSTEM

*Ismailov Bakytbek Iskakovich, Ph.D., Professor, AITI NAS KR, 720010, Bishkek, Chui Avenue 265a, Phone: 0771358645, e-mail: [bismailov47@gmail.com](mailto:bismailov47@gmail.com).*

*Svetlana Katkova, Senior Lecturer, KSTU name after I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044 Bishkek, Mira 66, Phone: 0550437100, e-mail: [goodday54@vandex.ru](mailto:goodday54@vandex.ru).*

**Abstract.** The paper studies the problem of structuring the subject area "educational materials" for adaptive automated training system (ATS). The most effective approach to the development of the ontological domain structure, as well as an analysis of this approach with respect to the implementation of the requirements of adaptability ATS. "Educational materials" created ontological domain model.

**Keywords:** fragments modules, domain model, concept, metaconcept, conceptual structuring.

**Цель статьи:** выбрать наиболее эффективный подход к разработке структуры предметной области с точки зрения реализации адаптивного обучения студентов программированию, обосновать свой выбор и на его основе разработать онтологическую модель предметной области «учебные материалы».

Для реализации цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. провести анализ имеющихся в настоящее время подходов к разработке структуры предметной области и видов связей между структурными единицами;
2. обосновать выбор онтологического подхода к разработке модели предметной области, как наиболее подходящего для реализации адаптивной АОС.

**Анализ имеющихся подходов к разработке структуры предметной области.**

Известно, что разработку адаптивной АОС следует начинать с тщательного структурирования содержимого предметной области.

Предметную область принято разделять на порции, то есть минимальные структурные единицы. Мелкие структурные единицы обычно объединяются в более крупные структурные единицы тем или иным способом. Минимальные структурные единицы по-разному называются у различных авторов. Так Л.В. Зайцева называет их квантами [2], а в более поздних работах - объектами обучения [3,4]. G.H. Redeker использует термин knowledge unit (англ. единица знания)[13]. Единицы знаний объединяются в более крупную структурную единицу learning object – обучающий объект. В [1] элементарный фрагмент структуры учебного материала носит название кадр или статья. Кадры (статьи) объединяются в более крупную структурную единицу, называемую модулем. В то же время авторы [9] термин «модуль» используют для именованного элементарного фрагмента учебного материала. В [10] минимальной структурной единицей является Object – объект. Несколько объектов объединяются в более крупную структурную единицу Frame – кадр, набор кадров представляет собой Sequence – последовательность, а несколько последовательностей образуют Topic – тему.

Более современным при разработке структуры предметной области обучающих систем является *модульный* подход. В этом случае учебный материал делится на небольшие, относительно независимые фрагменты-модули, которые тем или иным способом объединяются в учебный модуль обучающей системы в соответствии со стандартом SCORM [14]. Отдельный модуль в этом стандарте называется разделяемым (совместно используемым) объектом содержания (Sharable Content Object, SCO). SCORM не накладывает ограничений ни на объем содержательной части SCO, ни на само содержание. Не определены и способы связей отдельных SCO между собой. Вместе с тем, SCORM регламентирует наличие в каждом объекте содержания метаданных (Metadata Dictionary), позволяющих однозначно идентифицировать каждый SCO в предметной области. Например, в [12] наименьшая структурная единица учебного материала представляет собой вариант SCO и называется учебным элементом. Объект обучения, определение которого приводится в [5], фактически представляет собой конкретную разновидность SCO. Авторы [13] тоже следуют принципам стандарта SCORM и определяют модуль как разделяемую единицу контента (PEK). Предлагаемая в [11] модель содержания адекватна концепциям SCORM, а наименьшая структурная единица учебного материала называется учебным элементом.

Авторы статьи выбрали модульный подход при выборе элементарных структурных единиц предметной области, так как этот подход имеет ряд привлекательных свойств. Во-первых, модули (SCO) могут в различных сочетаниях объединяться друг с другом в составе обучающих систем. Во-вторых, в библиотеке знаний можно иметь несколько модулей на одну и ту же тему, но с разным уровнем сложности обучения (у авторов статьи – это 5 модулей от «для студента, не имеющего знаний» до «для эксперта»). В рамках обучающей системы на множестве модулей можно строить индивидуальное обучение студентов, разработав систему межмодульных связей, а индивидуальное обучение - это основа адаптивной АОС.

Модель содержания вместе с системой межмодульных связей образуют *модель предметной области*. Исследование различных видов межмодульных связей у разных авторов показало, что самой простой схемой объединения является фиксированная последовательность модулей. Именно таким образом построены все традиционные учебники. Однако в этом случае говорить об адаптивности не приходится.

Более гибким способом организации связей является объединение модулей в виде некоторой *иерархии*. Количество уровней иерархии зависит от общего объема учебного материала и степени его детализации. Иерархический подход применяется для определения глубины изложения. В этом случае на верхних уровнях иерархии располагается более общий материал, который углубляется и детализируется на следующем уровне [5, 7]. Однако

модульно-иерархическая организация учебного материала все же не обладает достаточной гибкостью для построения системой индивидуальных маршрутов обучения.

В качестве схемы организации учебного материала очень часто используются специальные виды графов. В [3] учебный материал предлагается организовать в виде графа  $G(V, S)$ , в котором вершинами являются структурные единицы – объекты изучения (кванты, темы, разделы и т. п.). Ребра графа  $G$  представляют собой связи между объектами изучения: если для изучения объекта  $vk$  требуется знание объекта  $vi$ , то в графе присутствует ребро  $\langle vk, vi \rangle$ .

В [1] описывается корректирующая структурно-смысловая модель (КССМ) лекционного материала, представляющая собой ориентированный граф. В качестве вершин задаются учебные элементы изучаемой дисциплины, а ребрами являются взаимосвязи между ними.

Первоначально построенный граф посредством формальной процедуры преобразуется в ярусно-параллельную форму (ЯПФ). Ярусно-параллельная форма позволяет сгруппировать учебные элементы в тематические модули, каждый из которых рассматривается как самостоятельная структурно-смысловая модель (ССМ), взаимосвязанная и взаимодействующая с другими ССМ дисциплины.

### **Обоснование выбора онтологического подхода к разработке структуры предметной области.**

При проведении анализа определено, что наиболее эффективным подходом к разработке структуры предметной области для реализации адаптивной системы обучения является *онтологический подход*. Во-первых, принципы создания онтологий полностью соответствуют положениям стандарта SCORM:

- основные структурные единицы онтологий классы – это *несвязанные* между собой модули. Например, в онтологическом редакторе Protégé 4.2 можно задать не связанность модулей-классов онтологии с помощью свойства классов `injoin`:

- в Web-онтологии все модули-классы являются общедоступными.

Во-вторых, онтологический подход является универсальным: в нем гибко сочетаются все исследованные в статье подходы и это дает наибольший эффект при создании адаптивной АОС, а именно:

1. классы, играющие роль модулей, выстраиваются в иерархию для определения глубины изложения материала, называемую тезаурусом, с помощью свойств объектов (индивидов классов) устанавливаются различного значения отношения между классами;

2. онтология позволяет сгруппировать учебные элементы в тематические модули, каждый из которых рассматривается как самостоятельная структурно-смысловая модель (ССМ), взаимосвязанная и взаимодействующая с другими ССМ дисциплины;

3. онтологическая модель – это семантическая сеть, в то же время семантическая сеть представляет собой связный ориентированный мультиграф  $G(C, E)$ , вершинами которого являются концепты множества  $C$ , а дугами – отношения множества  $R$ . Работа с мерами на графах хорошо формализована. Поэтому для вычислений мер в сети можно использовать различные меры, вычисляемые на графе. Самая важная мера для АОС – это уровень *сложности* составных частей предметной области, необходимая для определения на её основе уровня образованности студентов [14] и предложения ему в дальнейшем соответствующего курса обучения.

Например, прямую понятийную (концептуальную) сложность модуля сети вычисляют как величину, равную порядку графа  $G_n$ ; меру сложности модуля вычисляют, как размер графа  $G$  – количество ребер в нем и т.д. На основе графа можно рассчитать также сложность тем, лекций, концептов, заданий семантической сети предметной области.

4. Онтологический подход широко применяется при создании интеллектуальных систем различного назначения: в программировании, в обучении программированию. Созданы реальные, широко используемые обучающие системы на основе онтологического подхода, например, БИгор и ECOLE. В этих системах онтологическая модель предметной области входит, как основная составляющая единица, в базу знаний обучающей системы.

**Онтологическая модель предметной области «учебные материалы».**

На основе проведенного анализа разработана онтологическая модель предметной области «учебные материалы» в виде семантической сети в самом популярном свободно распространяемом редакторе Protégé 4.2, который использует единый Web-язык OWL (Ontology Web Language). OWL более выразительно описывает понятия области знаний, чем Web-языки XML и RDF, которые были первыми шагами в проекте Semantic Web. Semantic Web (он же Web of Data, Linked Data, Linking Open Data) — это направление развития Всемирной паутины, позволяющее машинам не только отображать информацию в интернете, но и понимать ее смысл.

Верхний уровень разработанной онтологии состоит из классов, обозначающих независимые модули учебных материалов, которые выстроены в иерархию (Рис.2). Классами данной онтологии являются: вид курса, группа заданий по практике, текст задания, эталонная модель задания [14], лекции, контрольные вопросы по теории, правильные ответы, ресурс, видео, учебник, преподаватель, ф.и.о., должность, email, предметная область C++ (гlossарий). В онтологии показана связь учебных материалов через концепты (термины) дисциплины с гlossарием.

Для реализации принципа адаптивности в АОС созданы 5 классов курсов: для студента, не имеющего знаний в программировании, для новичка, для начинающего, для продвинутого, для эксперта. На рисунке 1 представлена онтомодел, включающая классы всех видов курсов и с подробно описанным классом «Курс \_для \_продвинутого». Критерии деления курсов по сложности учебных материалов описаны в [14]. По сложности учебных материалов курса определяется *степень обученности студента*.

**Выводы.** 1. В статье достигнута поставленная *цель*: выявлен наиболее эффективный подход к созданию структуры предметной области «учебные материалы» для реализации адаптивной АОС в виде модулей на основе стандарта SCORM, которые в *концептуальном структурировании (онтологии)* называются классами (лекции, контрольные вопросы, тестовые задания, правильные ответы, ресурсы и т.д.). Классы объединены межмодульными связями-отношениями в онтологическую модель предметной области.

2. Для достижения цели решены поставленные *задачи*: проведен анализ имеющихся в настоящее время подходов к созданию структуры и связей между структурными единицами предметной области, выявлен наиболее эффективный онтологический подход в плане реализации адаптивной АОС, создана онтологическая модель предметной области «учебные материалы» по программированию на языке C++ в виде семантической сети. Рисунки для статьи:

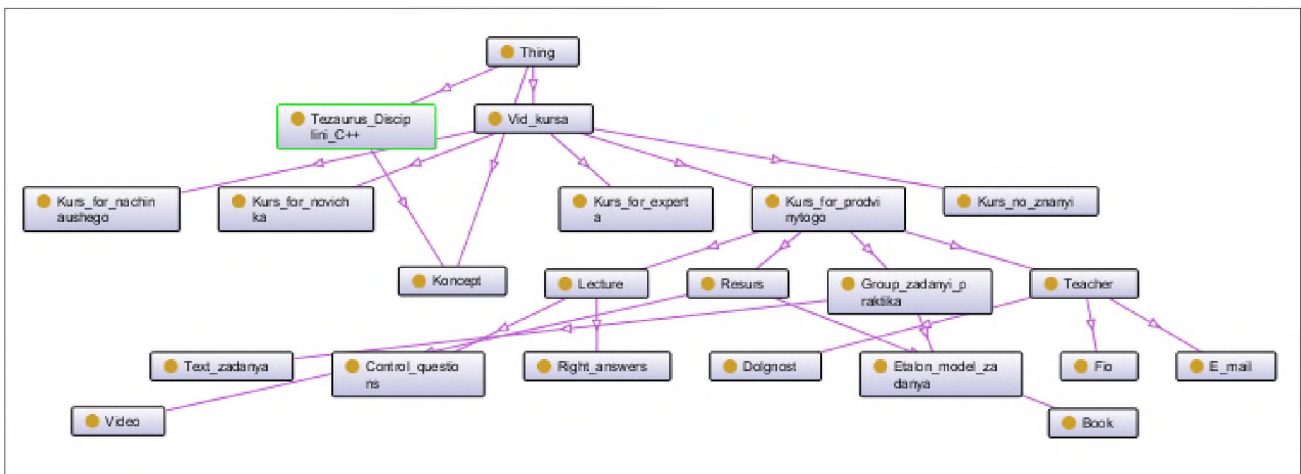


Рис.1 Онтомодел верхнего уровня предметной области «учебные материалы»

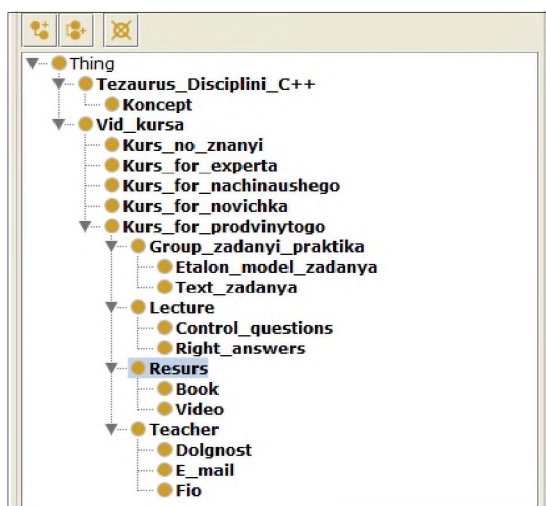


Рис.2 Окно онтологического редактора Protégé 4.2 с выполненной иерархией классов

### Список литературы

1. Горленко О. А., Подлеснов Ю. П., Можаяева Т. П. Корректирующая структурно-смысловая модель лекционного материала учебных дисциплин // Качество. Инновации. Образование. – 2004. – № 2. – С. 45–51.
2. Зайцева Л. В. Методы и модели адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // Educational Technology&Society. – 2003. – № 6 (3). – С. 204–211.
3. Зайцева Л. В., Буль Е. Е. Адаптация в компьютерных системах на базе структуризации объектов обучения // Educational Technology&Society. – 2006. – № 9 (1). – С. 422–427.
4. Зайцева Л. В. Технология разработки адаптивных электронных учебных курсов для компьютерных систем обучения // Educational Technology&Society. – 2008. – № 11 (1). – С. 400–412.
5. Информатизация образования: направления, средства, технологии / под ред. С. И. Маслова. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 868 с.
6. Исмаилов Б. И., Каткова С.Н. Алгоритмы, методы и модели тестирующего модуля автоматизированной обучающей системы по программированию. // Техник: Известия, 2016. – 6 с.
7. Константинова Н. С., Митрофанова О. А. Онтологии как системы хранения знаний. – <http://www.ict.edu.ru/ft/005706/68352e2-st08.pdf>.
8. Норенков И. П., Зимин А. М. Информационные технологии в образовании. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 352 с.
9. Норенков И. П. Интеллектуальные системы на базе онтологий // Информационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 17–23.
10. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения: учеб. пособие / Б. В. Добров, В. В. Иванов, Н. В. Лукашевич, В. Д. Соловьев. – М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 173 с.
11. Рыбаков А. Е. Моделирование структуры учебных курсов и подсистемы навигации для систем управления обучением, поддерживающих стандарт SCORM // Информационные технологии. – 2009. – № 3. – С. 77–81.
12. Соловов А. В. Электронное обучение: проблематика, дидактика, технология. – Самара: Новая техника, 2006. – 464 с.
13. Redeker G. H. J. An Educational Taxonomy for Learning Objects // Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2003. – Athens, Greece, 2003. – P. 250–251
14. SCORM 3rd Edition, Sharable for Learning Object Model, Advanced Distributed Learning/<http://www.adlnet.org>. – 2007.