

## ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМИ УЧЕБНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

*Рассматривается модель онтологии предметной области и построение на её основе системы управления электронными учебными объектами.*

**Ключевые слова:** онтология, онтологические аннотации электронных учебных объектов, метаданные, расширенный поиск, система управления электронными учебными объектами.

В современных условиях электронные учебные материалы, как правило, создаются на основе объектного принципа. Применение данной технологии при проектировании учебных материалов позволяет перейти от использования курсов, представленных сквозными объёмными текстами, к многократно используемым электронным учебным объектам, доступным для повторного включения в различные электронные учебные пособия и материалы. Данный подход зафиксирован в международных стандартах LOM (Learning Object Model) [1] и SCORM (Shareable Content Object Reference Model) [2].

Многократно используемые объекты хранятся в репозиториях электронных учебных объектов. Предметом объектной декомпозиции и повторного использования при построении баз данных учебных объектов являются не только законченные учебные объекты, но и их элементы, к которым относятся мультимедиа файлы и документы различных форматов: изображения, звуковые файлы, анимационные и видеоролики, веб-страницы, текстовые документы, презентации, схемы и т. д. Это обстоятельство отмечается в стандарте SCORM, где такие элементы обозначены термином Asset.

При разработке систем управления электронными учебными объектами, использующих объектный принцип компоновки учебных материалов, одной из главных задач становится создание эффективных средств поиска и навигации в имеющихся массивах учебных объектов и их элементов, таких как графические изображения, аудио и видеофайлы, файлы флэш анимации, презентаций и т. д. Эффективное решение задачи поиска учебных объектов может быть реализовано на основе онтологического подхода.

Онтологии предметной области представляют понятийный аппарат определённой области знаний в иерархически упорядоченном виде. Помимо иерархии понятий система, основанная на онтологии, может включать в себя совокупность объектов, представляющих понятия нижнего уровня онтологической иерархии и характеризующихся определёнными значениями атрибутов, которыми обладают понятия онтологии (так называемые «концепты»). Такой объект не только идентифицируется в качестве объекта, представляющий определённый концепт онтологии, но он также входит в наборы объектов, обозначаемых концептами, расположенными выше обозначающего объект концепта в онтологической иерархии. При наличии

онтологии электронных учебных объектов отдельные файлы или компоненты репозитория учебных объектов могут быть маркированы понятиями онтологии с указанием конкретных значений атрибутов концептов для этих объектов. Использование онтологических аннотаций электронных учебных объектов позволяет организовать поиск и выбор доступных объектов на основе гибкой системы критериев, обеспечивающей возможность использования требуемых комбинаций технологических и семантических атрибутов объектов для их поиска и выбора.

В стандартах, разработанных ранее для создания и использования репозитория электронных учебных объектов — LOM и SCORM, уже реализованы элементы семантически ориентированного доступа к данным. Поиск и отбор объектов в системах, построенных на основе этих стандартов, может выполняться на основе аннотирующих объектов метаданных. Однако, в рамках стандартов LOM и SCORM метаданные не структурированы иерархически. Построение и использование онтологии предметной области позволяет иерархически структурировать метаданные учебных объектов и информационных объектов в других предметных областях. Отдельным информационным объектам предметной области при таком подходе соответствуют экземпляры концептов нижних уровней онтологии. Концепты верхних уровней онтологии представляют более общие понятия, охватывающие определённые совокупности объектов. В то же время, эти концепты и их комбинации могут использоваться в качестве критериев для отбора тех или иных учебных объектов. Для атрибутов, входящих в модель концепта, при формировании запроса могут задаваться определённые ограничения или конкретные значения, уточняющие запрос. Таким образом, онтология предметной области может использоваться в качестве средства семантического аннотирования информационных ресурсов, которыми могут являться, в частности, любые файлы, документы и веб-ресурсы. Аннотированные ресурсы включаются в онтологическую систему в качестве объектов (экземпляров) онтологии. На основе рассматриваемой системы навигация по коллекции доступных пользователям ресурсов может осуществляться посредством перемещения по уровням иерархического меню, пункты которого соответствуют концептам предметной области разного уровня обобщения. Подобным образом выполняется навигация по файловой системе персональных компьютеров с использованием файловых менеджеров, таких как «Проводник» операционной системы MS Windows. Однако файловые менеджеры работают с файловыми путями, а рассматриваемая система — с семантическими категориями, реализуя, таким образом, инструмент семантически ориентированной навигации по информационным ресурсам. Отбор объектов также может происходить на основе обработки запросов, задающих шаблоны и ограничения для атрибутов интересующих пользователя ресурсов. Таким образом, рассматриваемая онтологическая система в роли инструмента доступа к информационным объектам совмещает в себе функции системы навигации и поисковой системы. В существующей практике для аннотирования файлов некоторых форматов (doc, pdf, mp3 и т. д.) в эти файлы включаются метаданные, представляющие собой одноуровневый набор информационных тегов. Метаданные файлов различных форматов не связаны в единую систему и не совместимы по типу. В информационной системе, построенной на основе онтологии, вме-

сто одноуровневых разнотипных наборов данных, содержащихся в метаданных файлов, для навигации по информационным ресурсам может использоваться единая иерархическая система аннотирования файлов и других информационных объектов. В этом случае мы имеем дело с метаинформацией, организованной иерархически и обеспечивающей общую среду аннотирования, навигации и поиска по информационным ресурсам.

Модель онтологии, которая может применяться для построения онтологической системы управления электронными учебными объектами, должна тесно увязывать положение концепта в онтологической иерархии с набором атрибутов, характеризующих концепт и используемых для поиска и отбора учебных объектов. Соответствующая модель рассмотрена в работе [3] и реализована в редакторе онтологий Concept Maker [4]. В этих работах модель онтологии представлена кортежем (формула 1):

$$Q = \langle C, M, R \rangle, \quad (1)$$

где  $C = \{c_i\}$  — множество концептов, образующих онтологию,  $i = \overline{1, I}$ ;  $M = \{M_i\}$  — множество множеств атрибутов концептов;  $M_i = \{m_{1_i}, \dots, m_{d_i}\}$  — множество атрибутов, описывающих  $i$ -й концепт;  $R \subseteq C \times C$  — отношение непосредственного наследования концептов.

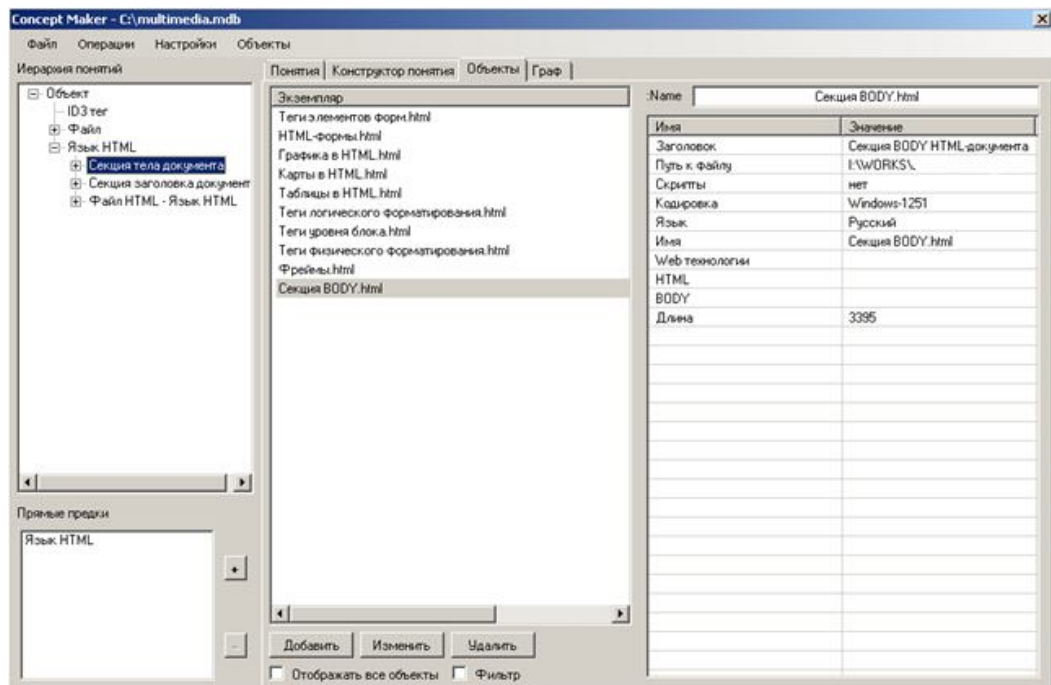
При наследовании дочерний концепт расширяет состав атрибутов родительского концепта. При этом вложенность множества атрибутов одного концепта во множество атрибутов другого предопределяет прямое или косвенное отношение наследования между этими концептами.

В рассматриваемой модели введено условие уникальности атрибутивного состава каждого концепта (формула 2):

$$\forall c_i \forall c_j (M_i \neq M_j). \quad (2)$$

Это условие позволяет автоматизировать операции включения новых концептов в онтологическую иерархию, так как определённый набор атрибутов в этой модели выступает в роли уникального ключа, как идентифицирующего отдельный концепт, так и предопределяющего его позицию в иерархии концептов.

В редакторе онтологий Concept Maker реализованы элементы системы семантически-ориентированного управления файловыми объектами, в качестве которых могут выступать учебные объекты различных форматов. На рис. 1 приведён пример отбора экземпляров учебных html-файлов, соответствующих тематической категории, выбранной в панели концептов онтологии. Редактор также позволяет задавать фильтры для отбора объектов на основе определённого набора значений атрибутов, а не только на основании принадлежности объекта к тем или иным концептам. Перемещение вниз по дереву концептов сужает множество отображенных экземпляров до набора экземпляров, соответствующих более специализированному концепту.



**Рис. 1.** Отбор учебных объектов, соответствующих выбранному концепту онтологии

Таким образом, при наличии аннотирующей электронные учебные объекты онтологии, организованной по рассмотренным выше принципам, возможен гибкий доступ к учебным объектам на основе различных критериев технологического и тематического характера. Аннотирование электронных учебных объектов концептами онтологии предметной области позволяет реализовать системы управления электронными учебными объектами с расширенными возможностями поиска и отбора, что становится особенно актуальным по мере накопления объемных фондов учебных объектов.

#### Литература

1. IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC), Learning Object Metadata (LOM), IEEE P1484.12-2002. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.imsglobal.org/metadata/>
2. SCORM 2004 4th Edition Version 1.1 Overview. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.adlnet.gov/scorm/scorm-2004-4th/>
3. Антонов И. В. Модель онтологии предметной области для систем семантически-ориентированного доступа // Труды Псковского политехнического института. Электротехника. Машиностроение. 2011. № 14.3. С. 339–343.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616150. Программа автоматизированного построения онтологии предметной области CONCEPT MAKER // И. В. Антонов. 2011.

*Об авторе(ах)*

**Антонов Игорь Вадимович** — кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные системы и технологии», факультет информатики, Псковский государственный университет, Россия.

E-mail: igorant63@yandex.ru

**Бруттан Юлия Викторовна** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационные системы и технологии», факультет информатики, Псковский государственный университет, Россия.

E-mail: bruttan@mail.ru

*I. V. Antonov, J. V. Bruttan*

**ONTOLOGICAL APPROACH TO THE ENGINEERING OF  
E-LEARNING OBJECTS MANAGEMENT SYSTEMS**

*The model of domain ontology is considered. The engineering of e-learning objects management systems based on the model is offered.*

**Key words:** *ontology, ontological annotations of e-learning objects, metadata, advanced search, e-learning objects management systems.*

*About the author(s)*

**Antonov Igor Vadimovich**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Computer Science, Pskov State University, Russia.

E-mail: igorant63@yandex.ru

**Bruttan Julia Victorovna**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Computer Science, Pskov State University, Russia.

E-mail: bruttan@mail.ru