

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВЛЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ В ОБЩЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Киселев Б.Г., Сергиевский В.В., Вербин И.С., Буров Ю.А., Якутенко В.А., Юрьев М.А., Козлов Д.А., Наговицына О.А.

ООО «База знаний – XXI век», 115563, Москва, ул. Генерала Белова, 19/4, e-mail: vsereg@mail333.com

С использованием специально разработанного программного инструментария изучены требования к результатам освоения информатики, математики, физики, химии, биологии, экологии, математики и информатики (интегрированный курс), представленным в проекте Федерального стандарта общего образования (ФГОС). Инструментарий ориентирован на проведение объективных исследований с целью оптимизации согласованности содержания различных школьных дисциплин. Объектом исследований является база знаний, описывающая в форме онтологии систему понятий и терминов школьного курса, а также связывающих их отношений. Исходными данными для наполнения базы знаний являются документы, регламентирующие содержание образования (ФГОС, программы курсов, учебные пособия и т.д.). С точки зрения пользователя база знаний является междисциплинарной энциклопедией. На конкретном примере показана методика построения концептуальной модели содержания базы знаний, формирования ее наполнения, а также взаимодействия пользователя с междисциплинарной энциклопедией.

Ключевые слова: общее образование, естественно-научные дисциплины, междисциплинарные связи, программное обеспечение.

TECHNOLOGY DEVELOPMENT ESTABLISHMENT OF INTERDISCIPLINARY RELATIONS IN GENERAL EDUCATION

Kiselev B.G., Sergiyevsky V.V., Verbin I.S., Burov Y.A., Yakutenko V.A., Yuryev M.A., Kozlov D.A., Nagovitsyna O.A.

Knowledge base of the 21st century LLC, Generala Belova Str., 19/4, Moscow, 115563 Russia, e-mail: vsereg@mail333.com

With use of specially developed software tools requirements to results of studying of informatics, mathematics, physics, chemistry, biology, ecology, mathematics and informatics (the integrated course), presented in the project of the Federal standard of the general education (FGOS) are investigated. The tools are focused on carrying out objective researches for the purpose of optimization of coherence of the content of various school disciplines. Object of researches is the knowledge base describing in the form of ontology system of concepts and terms of a school course, and also the relations connecting them. Basic data for filling of the knowledge base are the documents regulating the contents education (FGOS, programs of courses, manuals etc.) . From the point of view of the user the knowledge base is the interdisciplinary encyclopedia. On a concrete example the technique of creation of conceptual model of the contents of the knowledge base, formation of its filling, and also interaction of the user with the interdisciplinary encyclopedia is shown.

Key words: general education, natural-science disciplines, interdisciplinary relations, software.

Введение

В предыдущей работе [4] приведены результаты анализа вклада различных мероприятий, реализуемых в процессе модернизации системы российского школьного образования, в понижение знаний учащимися русского языка и качества обучения. Сделан вывод о необходимости анализа образовательных стандартов и соответствующих программ курсов.

Целью настоящей работы явилось исследование возможности использования современных информационных технологий для анализа представления естественно-научных

дисциплин в программах общей школы. В частности, на базе частотного анализа и онтологической формализации с использованием специально разработанного программного инструментария проведено исследование представления компетентностных характеристик естественно-научных дисциплин в проекте ФГОС для 10-11 классов.

Содержание исследования

В качестве исходных данных для анализа были использованы материалы проекта федерального государственного образовательного стандарта общего образования (ФГОС) в том виде, как он был представлен на портале Министерства образования и науки в январе 2012 г. и в качестве официального документа на сайте «Российской газеты» [5].

В первой части ФГОС сформулированы требования к знаниям и умениям, то есть общие компетенции, среди которых выделим **метапредметные**, включающие «освоенные обучающимися межпредметные понятия и универсальные учебные действия (регулятивные, познавательные, коммуникативные), способность их использования в познавательной и социальной практике, самостоятельность в планировании и осуществлении учебной деятельности и организации учебного сотрудничества с педагогами и сверстниками, способность к построению индивидуальной образовательной траектории, владение навыками учебно-исследовательской, проектной и социальной деятельности». При этом изучение предметной области «Естественные науки» должно обеспечить: сформированность основ целостной научной картины мира; формирование понимания взаимосвязи и взаимозависимости естественных наук; сформированность понимания влияния естественных наук на окружающую среду, экономическую, технологическую, социальную и этическую сферы деятельности человека.

Рассмотрим обеспечивают ли требования к предметным результатам освоения учебных дисциплин достижение компетенции «усвоение современной научной картины мира». Иными словами, выделен ли в требованиях проекта ФГОС какой-либо инвариант (базовые знания), который предполагает более или менее однозначное понимание всеми учениками и предназначен для обеспечения возможности взаимопонимания учеников с различной познавательной установкой, обеспечивает и поддерживает коммуникативную функцию русского языка.

Методика проведения исследования

Исследование проведено в два этапа. На первом этапе исследованы лексические характеристики представленных документов. В результате выявлены основные понятия и термины для каждого документа, а также то, какие из выявленных слов являются общими для всех документов. Кроме этого, исследуется степень лексического сходства, а также лексической независимости соответствующих документов. На втором этапе исследования

формируется и исследуется онтология компетентностных характеристик, представленных в проекте ФГОС. На примере этого исследования иллюстрируется как те или иные компетенции распределены по различным дисциплинам.

Для проведения исследования был разработан специализированный программный комплекс. Для описания онтологии был использован редактор Protégé, созданный в Стенфордском университете [7]. В качестве документов в составе исследуемого информационного массива были выбраны фрагменты проекта ФГОС [5], описывающие требования к предметным результатам освоения следующих дисциплин: информатика, математика, физика, химия, биология, экология, математика и информатика (интегрированный курс).

Лексические характеристики документов

Лексическая близость документов. В качестве критерия лексической близости рассматривалась взаимная релевантность документов, которая рассчитывалась на основе сопоставления лексических спектров в соответствии с методикой, описанной в [3].

Анализ позволил выявить частично пересекающиеся группы документов, описание которых приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Группировка документов по лексической близости

Группа	Информационные объекты	Комментарий
1	Физика, Химия, Биология	Характерна высокая степень взаимной релевантности
2	Математика, Интегрированный курс «Математика и информатика»	Характерна высокая степень взаимной релевантности
3	Информатика, Математика	Характерна примерно равная степень релевантности каждого документа группы всем документам массива, кроме Интегрированного курса и Экологии
4	Экология	Отличается низкой степенью релевантности со всеми остальными документами массива.

Лексическая независимость. Степень лексической близости документов определяется либо сходством описываемых в них объектов, либо формальной технологией подготовки документов. С точки зрения объективного исследования содержания документов, интерес представляют документы, подготовленные независимо один от другого. Такие документы в данной работе определяются как лексически независимые. Для анализа лексической независимости использована [3]. В данном случае для каждого из информационных объектов получен полный набор метрических координат, тогда как при

лексической зависимости документов метрические координаты не могут быть вычислены. Наличие метрических координат свидетельствует о том, что каждый из документов массива не является компиляцией фрагментов, взятых из других документов массива, а выявленная ранее лексическая близость отдельных документов объективно обусловлена содержанием соответствующих разделов школьного курса.

Выявление слов, являющихся общими для всех документов. Фрагмент списка общих слов приведен в табл. 2. В таблицу включены только имена существительные, которые могут трактоваться как термины. Числовая характеристика слов описывает, какую часть слов документа составляет данная лексическая единица. Приведенные данные свидетельствуют о том, что выделенные термины в совокупности определяют содержание каждого из документов.

Таблица 2 –Частотные характеристики общих слов

Word	Физика	Химия	Биология	Математика	Математика Информатика	Информатика	Экология
владение	1,9%	2,6%	2,2%	2,2%	3,6%	3,0%	2,0%
знание	1,4%	1,1%	1,1%	0,7%	2,1%	1,5%	2,0%
освоение	1,4%	1,6%	1,7%	1,1%	0,7%	0,9%	1,0%
представление	1,0%	0,5%	1,1%	2,2%	2,1%	2,4%	1,0%
сформированность	3,4%	3,7%	3,4%	3,3%	3,6%	2,1%	4,0%
умение	2,9%	3,2%	1,8%	2,9%	2,9%	2,4%	1,0%

Полученный список общих слов определяет ту понятийную основу, на которой строятся требования ФГОС для всех рассматриваемых школьных дисциплин. Естественно, соответствующие понятия в рамках каждой из дисциплин определяются по-разному.

Исследование онтологии. Проведенный частотный анализ дает интегральную оценку предметной области, но не позволяет построить соответствующую концептуальную модель. Для описания системы понятий, определяемых требованиями ФГОС, в данном исследовании использована концептуальная модель в форме онтологии.

Формально онтология (O) может быть определена в следующем виде [2]:

$$O = \langle C, R, F \rangle,$$

где C – множество *понятий* (концептов) предметной области (ПО), которую определяет онтология O , R – множество *отношений* между понятиями ПО, F – множество *функций* интерпретации, заданных на понятиях и/или отношениях онтологии O .

Фрагмент словаря концептов, определяемых в рамках требований ФГОС, представлен в табл. 3. В таблице представлены концепты, соответствующие базовому курсу физики. Полный словарь состоит из 94 концептов.

Таблица 3 – Фрагмент словаря концептов

№	Концепт	Описание
1.	Физика	Физика
2.	Физика (базовый курс)	Физика (базовый курс) – требования к предметным результатам освоения базового курса физики должны отражать:
3.	Сформированность представлений	1) сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
4.	Владение понятиями	2) владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой;
5.	Владение методами	3) владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умение обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
6.	Сформированность умения	4) сформированность умения решать физические задачи; 5) сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
7.	Сформированность позиции	6) сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

Формализованное описание модели выполнено на языке OWL, который обеспечивает единую форму описания всей системы объектов рассматриваемой предметной области. В данном случае онтология на языке OWL является единой формой, которая может быть использована для описания и анализа всего комплекса учебно-методических материалов по курсу средней школы.

Рассмотрим описание онтологии на примере выделенных требований ФГОС. Концепты описываются в рамках онтологии как система классов. Графическая иллюстрация верхнего уровня онтологии требований показана на рис. 1, а нижнего уровня – на рис. 2.

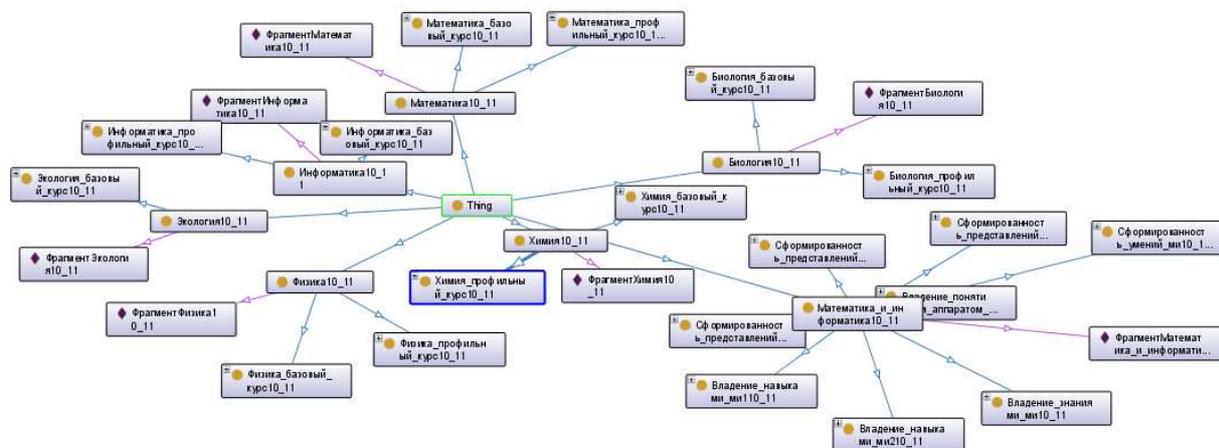


Рис. 1. Верхний уровень онтологии требований ФГОС.

На рис. 2 отражена не только иерархия концептов, но и, в частности, то свойство, что компетенции базового уровня являются частью компетенций профильного уровня данной дисциплины.

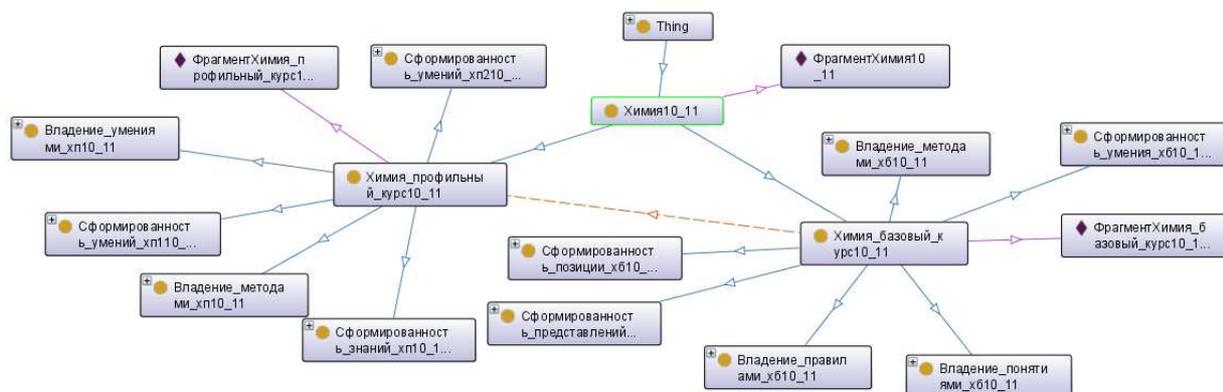


Рис. 2. Фрагмент нижнего уровня требований онтологии ФГОС.

Оба рисунка описывают одну и ту же онтологию, но на разных уровнях пирамиды знаний [1]. При этом вся онтология является описанием базы знаний. В качестве языка описания онтологии в данном проекте выбран Web Ontology Language (OWL) [6]. С 2004 года организацией World Wide Web Consortium (W3C), которая разрабатывает и внедряет технологические стандарты для Интернета, язык OWL рекомендован для построения онтологий.

Описание онтологий может быть продолжено дальше. Сама концепция OWL разработана как единая системная основа, позволяющая, в принципе, не только описать, но и

использовать онтологию концептов школьного курса как базу знаний о школьных дисциплинах и/или о картине мира, представленной в школьном курсе.

Для обеспечения эффективности такого анализа была разработана система, позволяющая конвертировать онтологию, представленную на языке OWL, в реляционную базу данных, одной из функций которой является обеспечение создания и обеспечение работы междисциплинарной школьной энциклопедии, облегчающей усвоение школьниками изучаемых материалов и навигацию в полученных знаниях. В среде базы данных также можно проводить исследование междисциплинарных связей концептов школьного курса.

В качестве иллюстрации можно рассмотреть, как в проекте ФГОС представлены схожие компетенции для различных курсов. Пример соответствующего поискового запроса приведен на рис. 3, где показан фрагмент пользовательского интерфейса базы данных междисциплинарной энциклопедии. В поле задания образца для поиска указано буквосочетание, ориентированное на поиск объектов в базе знаний, которые связаны с умениями, осваиваемыми в школьном курсе. В данном примере на запрос «Умен» в окне «Найденные понятия» автоматически формируется список объектов базы знаний, связанных с термином «умение». Для каждого выбранного объекта справа от списка указывается место данного объекта в иерархии понятий и терминов, представленных в базе знаний.

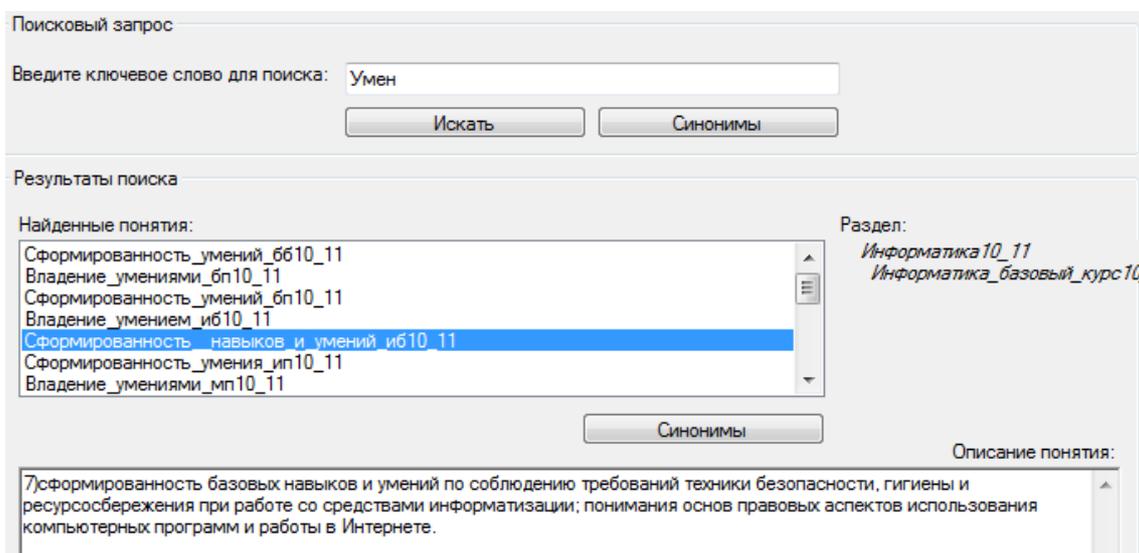


Рис. 3. Реализация запроса к онтологии.

В создаваемой энциклопедии окно описания понятия показывает содержание информационного фрагмента, соответствующее словарной статье о выбранном термине или понятии.

Заключение

Имеется много факторов, определяющих снижение знаний, приобретаемых школьниками в процессе обучения при реализации мероприятий по модернизации

российского среднего образования [4]. В публикациях различных авторов высказано мнение, что определенный вклад в это явление вносит несовершенство Федерального стандарта общего образования (ФГОС). В данной работе проведен анализ требований к результатам освоения школьниками информатики, математики, физики, химии, биологии, экологии, а также математики и информатики (интегрированный курс), содержащихся в проекте ФГОС для 10–11 классов. Частотный анализ и результаты выявления общих для всех документов слов свидетельствует о лексической независимости требований к различным дисциплинам. Последующее описание системы понятий, определяемых требованиями ФГОС, проведено с использованием концептуальной модели в форме онтологий на языке OWL. Разработан программный инструментарий, обеспечивающий преобразование онтологии, представленной на языке OWL, в реальную базу данных, одной из функций которой является создание междисциплинарной школьной энциклопедии и обеспечение ее работы.

Весь комплекс исследований, посвященный детальному анализу конкретных программ и учебных пособий, будет представлен в последующих публикациях.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

Список литературы

1. Гаврилова Т.А.; Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб. : Питер, 2001.
2. Добров Б.В. [и др.] Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
3. Киселёв Б.Г., Николаев Д.М., Вербин И.С. Технология кластерного анализа документов в информационном массиве // Информатизация образования и науки. – 2010. – № 1(5). – С. 138-150.
4. Сергиевский В.В. [и др.] Модернизация системы школьного образования и мотивация к обучению // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – URL: <http://www.science-education.ru/104-6672> (дата обращения: 13.07.2012).
5. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования. – URL: <http://www.rg.ru/2011/02/17/shkola-standart-site-dok.html> (дата обращения: 10.03.2012).
6. OWL, язык веб-онтологий. Руководство [Электронный ресурс]: рекомендация W3C / перевод Щербина Д. – консорциум W3C, 2004. – URL:

http://sherdim.ru/pts/semantic_web/REC-owl-guide-20040210_ru.html (дата обращения: 10.03.2012).

7. The Stanford Center for Biomedical Informatics Research. – URL: <http://protege.stanford.edu/> (дата обращения: 28.03.2012).

Рецензенты:

Григорьев С. Г., доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАО, директор института информатики и математики, ГБОУ Московский городской педагогический университет, г. Москва.

Шмелев В.М., доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией, Институт химической физики им. Н.С. Семенова Российской академии наук, г. Москва.