

Методы и программные средства построения компьютерных средств обучения по электротехнике на основе технологии wiki*

Данная работа посвящена вопросам, связанным с разработкой компьютерных средств обучения, и в частности электронных библиотек и баз знаний по различным предметным областям и научным дисциплинам. Основное внимание в работе уделено разработке компьютерных средств обучения по электротехнике с использованием активно развивающейся и популярной сегодня интернет-технологии wiki.

Ключевые слова: компьютерные средства обучения, электронные энциклопедии, базы знаний, технология wiki, теоретические основы электротехники, онтологии, формат OWL.

METHODS AND TOOLS FOR DEVELOPING COMPUTER LEARNING SOFTWARE ON ELECTRICAL ENGINEERING BASED ON WIKI TECHNOLOGY

This work is devoted to issues related to the development of learning software and, in particular, digital libraries and knowledge bases in different fields and disciplines. Main attention is paid to the development of computer learning software for electrical engineering on the base of rapidly growing and popular wiki technology. This work was supported by RFBR (projects 12-08-00358, 14-01-00427, 12-07-00508).

Keywords: computer learning software, electronic encyclopedias, knowledge bases, wiki technology, the theoretical foundations of electrical engineering, ontologies, OWL.

Введение

Совершенствование компьютерных средств обучения (КСО) тесно связано с активным развитием интернет- и веб-технологий, технологий дистанционного обучения и разработкой современных электронных библиотек, корпоративных и частных баз знаний (БЗ).

Использование КСО играет важную роль в процессе обучения и положительно влияет на его показатели (качество, время изучения, наглядность и др.).

Одной из актуальных задач, связанных с созданием и использованием КСО, является разработка компьютерных (электронных) БЗ по различным областям знаний [1]. Данной проблематикой активно

занимаются крупные компании и консорциумы, разрабатывая корпоративные БЗ, а также научно-исследовательские организации и учебные учреждения (университеты, институты и др.), создавая БЗ по различным предметным областям, а также базы и хранилища общих знаний.

В данной работе рассматриваются различные аспекты, связанные с разработкой электронных библиотек и БЗ на примере реализации КСО по теоретическим основам электротехники (ТОЭ) для использования в учебно-научном процессе кафедры ТОЭ НИУ «МЭИ» [2].

Для реализации соответствующих КСО была выбрана перспективная интернет-технология wiki [3].

1. Задача создания КСО по ТОЭ

Дисциплина ТОЭ даёт базу профессионального языка, фундаментальные знания, общую методологию решения исследовательских задач для студентов всех специальностей, обучающихся по направлению подготовки «Электротехника и электротехника». Эта дисциплина формирует также подвижную диспозицию социокультурных, исторических, культурологических, философских, социологических сведений, связанных с этим направлением. Таким образом, ТОЭ – базовая и одновременно самая сложная, объёмная и многоплановая дисциплина в данном направлении подготовки. В этой

* Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (проекты 12-08-00358, 14-01-00427, 12-07-00508).



Роман Викторович Алехин,
аспирант кафедры прикладной
математики
Тел.: (495) 362-79-62
Эл. почта: r.alekhin@gmail.com
ФГБОУ ВПО «Национальный
исследовательский университет
«МЭИ»
www.mpei.ru

Roman V. Alekhin,
Post-graduate student of the Applied
Mathematics Department
Tel.: (495) 362-79-62
E-mail: r.alekhin@gmail.com
National Research University «MPEI»
www.mpei.ru



Павел Анфимович Бутырин,
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф.,
заведующий кафедрой теоретических
основ электротехники
Тел.: (495) 362-77-86
Эл. почта: ButyrinPA@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный
исследовательский университет
«МЭИ»
www.mpei.ru

Pavel A. Butyrin,
Corresponding member of Russian
Academy of Sciences, Doctor of
Technical Sciences, Professor, Chief
of the Theoretical Fundamentals of
Electrical Engineering Department
Tel.: (495) 362-77-86
E-mail: ButyrinPA@mpei.ru
National Research University «MPEI»
www.mpei.ru

связи задача обеспечения хорошего гештальта (целостного видения, восприятия) знаний по ТОЭ с возможностью эффективного их самостоятельного освоения и непрерывного пополнения чрезвычайно важна. Задача создания КСО и БЗ по ТОЭ как эффективного, современного, образовательного ресурса впервые была заявлена на открытом международном конгрессе UIE [4]. В основу решения этой задачи может быть положено создание БЗ по ТОЭ, обеспечивающей реализацию перечисленных положений. КСО, интернет- и веб-технологии дают технологическую основу создания подобной БЗ. А новый габитус (стиль жизни), порожденный гаджетно-планшетной революцией, определяет и ментально-поведенческую предрасположенность студентов, а вместе с ними инженеров и научных работников к восприятию этой БЗ в качестве основного хранилища знаний по ТОЭ и эффективно образовательного инструмента их освоения и пополнения.

2. Технология wiki

Термин wiki («вики») впервые был использован в 1995 г. Уордом Каннингемом, разработчиком первой wiki-системы WikiWikiWeb «Портлендского хранилища образцов» программного кода. Каннингем заимствовал слово гавайского языка, означающее «быстрый», а позже этому слову был придуман английский бэкром «What I Know Is...» («то, что я знаю, это...»).

Wiki – открытая интернет-технология, основополагающий принцип которой заключается в том, что любой посетитель wiki-ресурса может самостоятельно изменять его структуру и содержимое с помощью инструментов, предоставляемых таким ресурсом.

Технология wiki лежит в основе многих проектов Фонд Викимедиа (Wikimedia Foundation, Inc.) (например, интернет-энциклопедия Wikipedia, Wikiversity, веб-сайт для коллективного написания учебной литературы Wikibooks и др.) [5], научных ресурсов (MachineLearning.ru, Scholarpedia и др.), а также в основе корпоративных и частных БЗ.

Технология wiki характеризуется следующими основными признаками:

- совместная работа и контроль версий;
- язык wiki-разметки;
- использование гипертекста.

Технология wiki позволяет любому участнику сообщества вносить изменения в содержимое ресурса (сайта), однако необходимо заметить, что над одним документом в конкретный момент времени может работать только один редактор. Также важной составляющей совместной работы над содержимым является контроль версий. Wiki-системы позволяют сравнивать разные версии документа, отслеживать вносимые правки, обсуждать изменения, предлагать или отклонять новые материалы, восстанавливать предыдущие версии документа.

Wiki обладает сравнительно простым языком разметки для форматирования текста документов. Например, чтобы объединить несколько строк в маркированный список, необходимо поставить символ * в начале каждой строки.

Важной особенностью wiki-систем являются правила построения связей между гипертекстовыми документами. В отличие от традиционного гипертекста для обращения к документу на wiki-ресурсе достаточно указать его название, которое совпадает с заголовком документа. Это облегчает как создание ссылок между существующими документами, так и создание новых документов. Если пользователь запрашивает несуществующий документ, тогда система предлагает создать документ с таким именем.

3. Семантический wiki

Несмотря на все преимущества, традиционные wiki-системы имеют ряд недостатков, которые проявляются при увеличении БЗ. Среди проблем классических wiki-систем можно выделить неупорядоченность информации и невозможность структурирования, что может привести к сложности поиска и извлечения знаний и необходимости идентификации дублируемых дан-



Павел Романович Варшавский,
к.т.н., доцент кафедры прикладной
математики
Тел.: (495) 362-79-62
Эл. почта: VarshavskyPR@mpei.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный
исследовательский университет
«МЭИ»
www.mpei.ru

Pavel R. Varshavskiy
Ph.D. Engineering Science, Associate
Professor of the Applied Mathematics
Department
Tel.: (495) 362-79-62
E-mail: VarshavskyPR@mpei.ru
National Research University «MPEI»
www.mpei.ru



Александр Павлович Еремеев,
д.т.н., проф., заведующий кафедрой
прикладной математики
Тел.: (495) 362-79-62
Эл. почта: eremeev@appmat.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный
исследовательский университет
«МЭИ»
www.mpei.ru

Alexander P. Ereemeev,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Chief of the Applied Mathematics
Department
Tel.: (495) 362-79-62
E-mail: eremeev@appmat.ru
National Research University «MPEI»
www.mpei.ru

ных, а также выявления противоречий. Семантический wiki может помочь в решении указанных проблем.

Семантический wiki – веб-приложение, использующее машино-обработываемые данные со строго определенной семантикой для того, чтобы расширить функциональность wiki-системы. Семантический wiki позволяет указывать тип ссылок между статьями, тип данных внутри статей, а также информацию о страницах. Принято выделять следующие отличительные особенности семантических wiki-систем:

- семантические аннотации (например, для указания типа связей ссылок между статьями);
- контекстное представление данных (например, отображение схожих по тематике статей, контекстно-зависимые ссылки);
- поддержка стандартов Semantic Web, поддержка форматов RDF, OWL, языка запросов SPARQL;
- семантический поиск на основе запросов;
- поддержка логического вывода.

Реализации семантических wiki-систем можно разделить по способу хранения метаданных на два типа. Первый тип (Semantic MediaWiki и др.) подразумевает включение семантических аннотаций прямо в текст страницы с помощью расширенной wiki-разметки, в системах второго типа (OntoWiki и др.) структурированные данные хранятся отдельно и вносятся с помощью специального интерфейса ввода.

4. Реализация wiki-систем

Существует целый ряд свободно распространяемых реализаций wiki-систем. Различаются они синтаксисом редактирования, набором плагинов, поддержкой языков и технологиями, на основе которых созданы.

Наиболее распространенными являются MediaWiki, DokuWiki, OpenWiki и др. Для данной работы был выбран wiki-движок MediaWiki, так как MediaWiki поз-

воляет работать с русским языком, активно поддерживается Фондом Викимедия и имеет большой потенциал расширения базовой функциональности за счет обширной библиотеки плагинов.

MediaWiki – программный механизм для веб-сайтов, работающих по технологии wiki [6]. Этот мощный wiki-движок был написан специально для Википедии. MediaWiki является свободно распространяемой программой и предоставляется на условиях общественной лицензии GNU. MediaWiki написан на PHP и для хранения данных использует реляционную базу данных (по умолчанию использует MySQL).

MediaWiki реализует отображение wiki-документов, предоставляет интерфейс работы с базой страниц, гибкое разграничение прав доступа и ролей пользователей посредством ACL (Access Control List – список контроля доступа), возможность обработки текста как в собственном формате wiki-разметки, так и в форматах HTML и TeX (рис. 1), возможность загрузки и работы с медиафайлами, средства полнотекстового поиска и поиска по ключевым словам, средства для обмена сообщениями, поддержку множества языков и др. Гибкая система расширений позволяет пользователям добавлять собственные новые возможности и программные интерфейсы.

Wiki-движок MediaWiki по умолчанию поддерживает целый ряд форматов графических файлов: .jpg, .png и .gif, который, в частности, поддерживает анимацию. Синтаксис для отображения изображений упрощен по сравнению со стандартными возможностями HTML. Для добавления картинки достаточно указать имя файла в двойных квадратных скобках – [[File:имя файла.расширение]]. Кроме того, есть возможность управлять отображением, используя необязательные параметры, такие как размер, формат, выравнивание и др. Другие популярные форматы графических файлов, такие как .svg и .tiff, требуют установки дополнительных модулей и настроек. Для каждого файла предусмотрена отдельная страница (рис. 2), на

Редактирование: Электромагнитные колебания (раздел)

ВикитекстПредпросмотрИзменения

ЖК

Дополнительно

Спецсимволы

Справка

Заголовок

Формат

A°A°A°A°

Вставка

=== Колебания свободные незатухающие ===

'''Колебания свободные незатухающие''' - свободные колебания в консервативных цепях и системах, амплитуда которых не изменяется со временем. Простейшим уравнением, описывающим '''свободные гармонические колебания''' в линейной консервативной (без источников и потерь) системе, является уравнение гармонического осциллятора $\ddot{x}+\omega^2x=0,&\omega>0$ (иногда его просто называют гармоническим осциллятором). Подобным уравнением $\ddot{u}+\omega^2u=0$, $u(0)=U_0$, $\dot{u}(0)=-\frac{1}{\omega}$, $\omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}$, описываются гармонические колебания напряжения $u(t)=U_0\cos(\omega t)$ (рис. 1,a) в простейшем колебательном контуре (рис.1,b), состоящем из двух идеализированных, ёмкостного с ёмкостью C и индуктивного с индуктивностью L, элементов, возникающие после замыкания в момент t = 0 ключа K.

{| align="center"

-

[файл:ЭМП_Image001.png]

[файл:ЭМП_Image002.png]

-

| align="center" | a)

| align="center" | b)

-

| align="center" colspan="2" | Рис. 1

}

Угловую частоту $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{1}{\sqrt{LC}}$ таких колебаний называют '''частотой Томсона'''. Энергия электрического поля ёмкостного

Пожалуйста, учтите, что любой ваш вклад в проект «ТОЗ» может быть отредактирован или удалён другими участниками. Если вы не хотите, чтобы кто-либо изменял ваши тексты, не помещайте их сюда.
Вы также подтверждаете, что являетесь автором вносимых дополнений, или скопировали их из источника, допускающего свободное распространение и изменение своего содержимого (см. ТОО:Авторское право). НЕ РАЗМЕЩАЙТЕ БЕЗ РАЗРЕШЕНИЯ ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ МАТЕРИАЛЫ!

Описание изменений:

/'' Колебания свободные незатухающие ''/

Малое изменение

Включить эту страницу в список наблюдения

Записать страницу

Предварительный просмотр

Внесённые изменения

Отменить | Справка по редактированию (в новом окне)

Рис. 1. Редактирование страницы

Файл:Многополюсник линейный пассивный1.jpg

[illegible]

Рис. 2. Фрагмент страницы графического файла

которой представлены основные свойства файла, история изменения, а также информация об использовании файла на страницах wiki-системы.

Существует несколько подходов к отображению математических формул в wiki-проектах, использующих движок MediaWiki. По умолчанию, MediaWiki поддерживает встраиваемые математические формулы, использующие TeX. Чтобы включить поддержку таких формул, понадобится установить `texvc`, которая включена в дистрибутив MediaWiki. Для отображения формул потребуется заключить LaTeX-формулу в теги `math`. Для отображения формул также существует возможность использовать внешние сервисы (`codecogs.com` и др.), генерирующие изображения из LaTeX-формул. Такой подход позволяет разгрузить собственный сервер и используется, когда нет возможности установки расширений, таких как `texvc`.

Еще одним подходом к представлению формул являются решения, использующие JavaScript (MathJax и др.). Эти расширения просты в установке, не нагружают веб-сервер и поддерживают больше форматов для записи математических формул (например, MathML). Но такие расширения требуют установки JavaScript на клиентской машине и генерируют изображения формул «на лету», что может сказаться на производительности системы в целом. Для реализации поддержки формул был выбран последний подход, использующий стороннюю JavaScript библиотеку MathJax. Формулы записываются с помощью Tex: например, уравнение Ван дер Поля будет иметь вид
$$\frac{d^2x}{d\tau^2} - \nu \epsilon (1 - x^2) \frac{dx}{d\tau} + x = 0$$
. После преобразования с помощью MathJax в HTML/CSS формат формула примет вид

$$\frac{d^2x}{d\tau^2} - \varepsilon(1-x^2)\frac{dx}{d\tau} + x = 0.$$

Semantic MediaWiki – расширение для MediaWiki, позволяющее пользователям добавлять семанти-

ческие аннотации к wiki-страницам, превращая MediaWiki в семантический wiki [7].

В основе Semantic MediaWiki расширенная новыми элементами wiki-разметка, которая позволяет воспользоваться преимуществами семантических wiki-систем.

Семантические аннотации в Semantic MediaWiki реализуются с помощью так называемых семантических свойств. Семантическое свойство имеет название, тип и значение, а также специальную страницу с информацией об этом свойстве. Поддерживается экспорт в формат RDF и OWL. Для запросов используется язык SMW-QL, который позволяет фильтровать результаты поиска по заданным критериям.

5. Онтологический подход и формат OWL

Для решения проблемы интеллектуальной обработки электронных документов создаются технологии Semantic Web. На данный момент основным средством структурирования информации являются онтологии.

Понятие онтология происходит от др.-греч. «онтоc» – сущее, «логос» – учение, понятие, т.е. это раздел философии, изучающий бытие. Среди специалистов, занимающихся проблемами компьютерной лингвистики, наиболее устоявшимся (классическим) считается определение онтологии, данное Губертом: «Онтология – это спецификация концептуализации» [8].

Онтология — это попытка всеобъемлющей и детальной формализации некоторой предметной области с помощью концептуальной схемы, состоящей из иерархии понятий предметной области, связей между ними и правил (теорем, ограничений), принятых в этой предметной области [9].

Распространение онтологического подхода к представлению знаний оказало содействие при создании разнообразных языков представления онтологии и инструментальных средств, предназначенных для их редактирования и анализа.

Существуют традиционные языки спецификации онтологий:

Ontolingua, CycL, языки, основанные на дескриптивных логиках (такие как LOOM), языки, основанные на фреймах (OKBC, OCML, Flogic). Более поздние языки основаны на веб-стандартах (XOL, SHOE, UPML). Специально для обмена онтологиями через веб были созданы RDF(S), DAML, OIL, OWL.

В целом различие между традиционными и веб-языками спецификации онтологии заключается в выразительных возможностях описания предметной области и некоторых возможностях механизма логического вывода для этих языков. Типичные примитивы языков дополнительно включают:

- конструкции для агрегирования, множественных иерархий концептов, правил вывода, аксиом;
- различные формы модуляризации для записи онтологий и взаимоотношений между ними;

– возможность метаописания онтологий, что полезно при установлении отношений между различными видами онтологий. Сегодня некоторые из таких языков приобрели большую популярность и широко применяются (в частности, для описания информационных ресурсов и сервисов интернета).

Ведущая роль в развитии и стандартизации языков описания онтологий принадлежит Консорциуму W3C (World Wide Web Consortium). Эта организация разработала технологический стандарт языка OWL (Web Ontology Language) – язык описания онтологий для Semantic Web [10], который является одним из самых популярных средств формирования онтологий. OWL расширяет возможности XML, RDF, RDF Schema и DAML+OIL. Этот проект предусматривает создание мощного механизма семантического анализа. Планируется, что

Физические величины

Физические величины, используемые в электротехнике и их единицы (по ГОСТ 8.417-81 «ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН»)

Содержание [убрать]	
1 Основные единицы СИ (международной системы единиц)	
2 Дополнительные единицы СИ	
3 Производные единицы СИ, используемые в электротехнике	
4 Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ, используемые в электротехнике	

Основные единицы СИ (международной системы единиц)

[править]

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			Международное	Русское
Длина	L	Метр	m	м
Масса	M	Килограмм	kg	кг
Время	T	секунда	s	с
Сила электрического тока	I	ампер	A	А
Термодинамическая температура	θ	кельвин	K	К
Количество вещества	N	моль	mol	моль
Сила света	J	кандела	cd	кд

Кроме температуры Кельвина (обозначение T) допускается применять также температуру Цельсия (обозначение t), определяемую выражением $t = T - T_0$, где $T_0 = 273,15 \text{ K}$, по определению. Температура Кельвина выражается в Кельвинах, температура Цельсия - в градусах Цельсия (обозначение международное и русское °C). По размеру градус Цельсия равен кельвину.

Рис. 3. Фрагмент страницы «Физические величины»

Знаковые обозначения

- 
- соединение звездой выводов фаз элементов трехфазных цепей (обозначается также латинской буквой Y или русской буквой У)
 - соединение треугольником выводов фаз элементов трехфазных цепей
 - короткое замыкание узлов электрических цепей

Рис. 4. Знаковые обозначения

Основные понятия**Содержание [убрать]**

- 1 Основные понятия в области электромагнитных явлений
- 2 Понятия, относящиеся к электрическому току
- 3 Понятия, относящиеся к электрическим и магнитным свойствам сред
- 4 Общие понятия, относящиеся к электрическим и магнитным цепям
- 5 Понятия, относящиеся к топологии электрических цепей
- 6 Полный алфавитный список основных электротехнических понятий по ГОСТ Р 52002-2003:
- 7 Источник

Рис. 5. Фрагмент страницы «Основные понятия» – содержание

Основные понятия в области электромагнитных явлений [править]

- электромагнитное поле
- электрическое поле
- магнитное поле
- элементарный электрический заряд
- электрический заряд тела (системы тел)
- электромагнитная энергия
- электрический ток
- напряженность электрического поля
- магнитная индукция
- магнитный поток
- магнитная постоянная
- электрическая постоянная
- объемная плотность электрического заряда
- электростатическая индукция
- электростатическое поле
- электродвижущая сила
- электрическое напряжение
- разность (электрических) потенциалов
- электрический потенциал данной точки
- диэлектрик
- электрическая поляризованность
- электрическое смещение
- поток электрического смещения
- ёмкость проводника (электрическая)
- ёмкость между двумя проводниками (электрическая)

Рис. 6. Фрагмент страницы «Основные понятия» – список понятий

в нем будут устранены ограничения конструкций DAML+OIL. Онтологии OWL – это последовательности аксиом и фактов, а также ссылок на другие онтологии. Они содержат компонент для записи авторства и другой подробной информации, являются документами веб, на них можно ссылаться через URI.

6. О реализации КСО по ТОЭ

Структурирование знания по ТОЭ целесообразно представить в виде семантической сети, главным блоком которой является блок базисных категорий <язык ТОЭ; материальные объекты; явления, эффекты и процессы; законы; уравнения; задачи; методы...>. Каждая из этих категорий представляет собой некоторую онтологию – семантическую сеть специального типа, элементы которой содержат упорядоченное описание определенных базисных понятий. Так выглядит фрагмент онтологии некоторых блоков языка ТОЭ: <определение → алфавит → словарь основных понятий → физические величины (рис. 3), в электротехнике и их единицы → кратные и дольные единицы физических величин → знаковые обозначения (рис. 4) → часто используемые буквенные сокращения (акронимы) → латинский и греческий алфавит>.

Также представляются в виде онтологии и другие структуры, например словарь основных понятий (рис. 5, 6), реализованный в ГОСТ Р 52003-2003.

Базисное понятие языка ТОЭ фиксирует содержание блока базисных категорий, так как «границы моего языка определяют границы моего мира» (Л. Витгенштейн). Блок базисных категорий содержит канонические недоступные редактированию и пополнению пользователем знания. Он надстраивается знаниями, доступными корректировке. Это прежде всего знания, выходящие за рамки базисных понятий и категорий, в том числе знания по теоретической электротехнике – научной дисциплине (специальность 05.09.05), надстраиваемой над учебной дис-

циплиной ТОЭ, и знания по социокультурным аспектам электротехники.

Заключение

На сегодняшний день КСО интернет- и веб-технологии явля-

ются неотъемлемой частью инженерного образования и основным инструментом разработки систем дистанционного обучения. Указанные средства и технологии активно применяются при реализации современных электронных библиотек, корпоративных и частных БЗ. В

работе основное внимание уделено описанию возможностей и особенностей интернет-технологии wiki для разработки КСО и рассмотрен пример разработки соответствующих средств по ТОЭ для использования в учебно-научном процессе кафедры ТОЭ.

Литература

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
2. Еремеев А.П., Бутырин П.А., Вариавский П.Р., Алехин Р.В. Реализация компьютерных средств обучения с использованием технологии wiki на примере базы знаний по электротехнике // Труды Международной научно-методической конференции ИНФОРИНО-2014. – М.: Изд-во МЭИ, 2014. – С. 57–60.
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>
4. Butyrin P.A. Graduate electrical engineering education in Russia XVII Congress International Union for Electricity Applications (UIE). 2012, 21–25 May, St. Petersburg, pp. 13–14.
5. <http://wikimediafoundation.org/>
6. <http://www.mediawiki.org/>
7. <http://semantic-mediawiki.org/>
8. Gruber T.R. A translation approach to portable ontologies // Knowledge Acquisition. – 1993. – № 5 (2). – P. 199–220.
9. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
10. OWL, язык веб-онтологий. Руководство (<http://www.w3.org/TR/owl-guide/>)