

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

УДК 004.738.52

ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ПОРТАЛОВ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ*

Ю. А. Загорюлько, О. И. Боровикова

*Институт систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН, г. Новосибирск
E-mail: zagor@iis.nsk.su*

Рассматривается подход к построению специализированных Интернет-порталов, обеспечивающих содержательный доступ к знаниям и информационным ресурсам определенной области знаний. Информационную основу таких порталов составляют онтологии, что позволяет обеспечить единообразное представление разнородных знаний и данных, их связанность. Для упрощения настройки портала на выбранную область знаний в его онтологии выделены базовые онтологии (онтологии научной деятельности и научного знания), независимые от предметной области портала, и предметная онтология, описывающая определенную область знаний. На основе онтологии портала строятся внутренние хранилища данных портала, организуется его информационное наполнение, навигация и поиск в его информационном пространстве.

Введение. В настоящее время в сети Интернет представлен большой объем данных и информационных ресурсов по различным областям знаний. Однако эти знания и ресурсы недостаточно систематизированы, т. е. практически случайным образом распределены по каталогам и электронным архивам или размещены на отдельных сайтах научной, технической или производственной направленности, что значительно затрудняет их поиск и использование.

В то же время в процессе научной и производственной деятельности у специалистов возникает необходимость в эффективном доступе к публикациям и другим информационным ресурсам, содержащим описания методов и технологий, разработанных в рамках интересующей их области знаний.

Для удовлетворения этой потребности предлагается строить специализированные Интернет-порталы знаний, которые обеспечат систематизацию знаний и информационных ресурсов по заданной научной тематике, их ин-

* Работа выполнена при поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 07-04-12149).

теграцию в единое информационное пространство, а также содержательный доступ к ним.

Пользователями таких порталов могут стать как научные работники, преподаватели и студенты, исследующие, преподающие и изучающие ту или иную дисциплину, так и специалисты, профессиональная деятельность которых связана с данной областью знаний.

Чтобы портал знаний мог играть такую важную роль, он должен не только иметь гибкие средства представления разнородной информации и содержательного доступа к ней, но и быть настраиваемым на любую область знаний, а также обеспечивать возможность оперативного управления информационным наполнением (контентом).

Достижение описанных выше целей и выполнение указанных требований стало возможным благодаря тому, что в качестве концептуальной основы портала знаний была выбрана онтология, содержащая наряду с традиционным описанием предметной области соотнесенное с ним описание сетевых ресурсов [1].

Онтология портала. Прежде чем перейти к описанию онтологии портала, поясним, что мы понимаем под онтологией. В данной работе используется понятие «онтология» в том смысле, как оно применяется в информатике и искусственном интеллекте [2, 3], а также считается, что одной из целей онтологии является описание и изучение сущностей, имеющих в реальном мире и/или сознании человека. Для систем искусственного интеллекта, в частности порталов знаний, существует только то, что уже в них представлено или может быть представлено, поэтому мы придерживаемся определения онтологии, данного в работе [4], согласно которому онтология является точной спецификацией концептуализации. Причем под концептуализацией понимается некоторая абстракция, т. е. упрощенное представление мира, построенное для определенной цели. Концептуализация включает в себя объекты, понятия и другие сущности, которые имеются в рассматриваемой области, а также отношения между ними.

Следует заметить, что онтология является спецификацией концептуализации [5, 6], но только в той ее части, которая зависит от определенной области интересов. В работе [7] делается упор на то, что онтологии должны помочь в решении проблем, возникающих из-за существования различных интерпретаций одних и тех же терминов в разных областях. В этой связи онтология рассматривается как соглашение о некоторой области интересов для достижения определенных целей.

Для установления соглашения о знаниях, представленных на некотором, в частности логическом, языке, по мнению N. Guariano, [8] онтология должна характеризовать концептуализацию, ограничивая возможные значения предикатов и функций. В его понимании онтология – это логическая теория, аксиомы которой ограничивают интерпретации нелогических символов языка.

Основываясь на приведенных выше определениях, можно считать, что онтология представляет собой точное подробное описание (модель) некоторой части мира применительно к конкретной области интересов. Именно такой интерпретации онтологии и будем придерживаться.

Формально онтология портала знаний может быть представлена семеркой вида

$$O = \langle C, A, R_C, T, D, R_A, F \rangle,$$

где C – множество классов, описывающих понятия некоторой предметной или проблемной области; A – множество атрибутов, задающих свойства понятий и отношений; $R_C = \{r_C \mid r_C \subseteq C \times C\}$ – множество отношений, определенных на классах (понятиях); T – множество стандартных типов значений атрибутов (string, integer, real, date); D – множество доменов (множеств значений стандартного типа string); $R_A = R_{AT} \cup R_{AD}$ ($R_{AT} \subseteq A \times T$ – отношение, связывающее атрибуты и типы данных, из которых они могут принимать свои значения, $R_{AD} \subseteq A \times D$ – отношение, определяющее для каждого атрибута его дискретное множество значений (домен)); F – множество ограничений на значения атрибутов понятий и отношений.

С содержательной точки зрения онтология портала служит для представления понятий, необходимых для описания как научной деятельности и научного знания в целом, так и конкретной области знаний в частности.

Для упрощения настройки портала на выбранную область знаний в онтологии портала выделены базовые онтологии, независимые от предметной области портала, и предметная онтология, описывающая определенную область знаний. Базовыми являются онтология научной деятельности и онтология научного знания (рис. 1).

Онтология научной деятельности основана на онтологии, предложенной в [9], и включает такие базовые классы понятий, относящиеся к организации научной и исследовательской деятельности, как Персона, Организация, Событие, Деятельность, Проект, Публикация, Информационный ресурс, используемые для описания участников научной деятельности, мероприятий, научных программ и проектов, публикаций и информационных ресурсов.

Онтология научного знания по своей сути является метаонтологией, так как содержит метапонятия, задающие структуры для описания рассматриваемой области знаний (Раздел науки, Метод исследования, Объект исследования, Научный результат), позволяющие выделить в данной области знаний значимые разделы и подразделы, задать типизацию методов и объектов исследования, описать результаты научной деятельности.

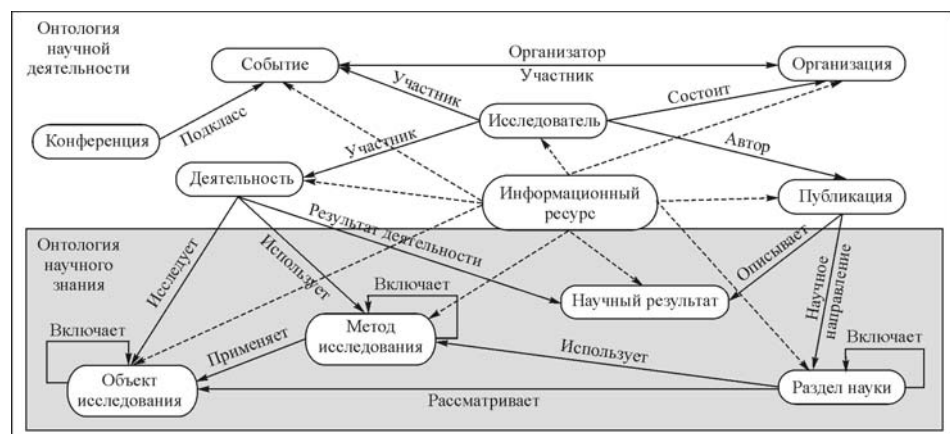


Рис. 1. Базовые онтологии портала

Понятия предметной онтологии являются реализациями метапонятий онтологии научного знания и могут быть упорядочены в иерархию общее/частное и часть/целое. Так, например, Методы исследования в онтологии археологии и этнографии (рис. 2) подразделяются на подходы, принципы, технологии и собственно археологическую методологию. А последний раздел на данный момент включает в себя около шестидесяти конкретных методов и методик: типологический метод, радиоуглеродный метод, археологическую статистику, различные методики датирования и археологической разведки и т. д. В качестве Объектов исследования в онтологии археологии и этнографии выступают как материальные объекты (артефакты, археологические комплексы и памятники), так и нематериальные объекты (исторические личности, археологические культуры и этносы).

Кроме отношений общее/частное и часть/целое, понятия онтологии связаны между собой также и различными ассоциативными отношениями, выбор которых осуществлялся не только исходя из полноты представления проблемной и предметной областей портала, но и с учетом удобства навигации по его информационному пространству.

Перечислим наиболее важные ассоциативные отношения:

- 1) «научное направление» – связывает события, публикации, организации, исследователей и информационные ресурсы с разделами науки;
- 2) «описывает» – задает связь публикации с научным результатом, объектом или методом исследования;
- 3) «использует» – связывает метод исследования с деятельностью, исследователем или разделом науки;
- 4) «исследует» – сопоставляет какую-либо деятельность или раздел науки с объектом исследования;
- 5) «результат деятельности» – связывает научный результат с деятельностью;
- 6) «ресурс» – связывает информационный ресурс с событиями, публикациями, исследователями, методами и объектами исследования.

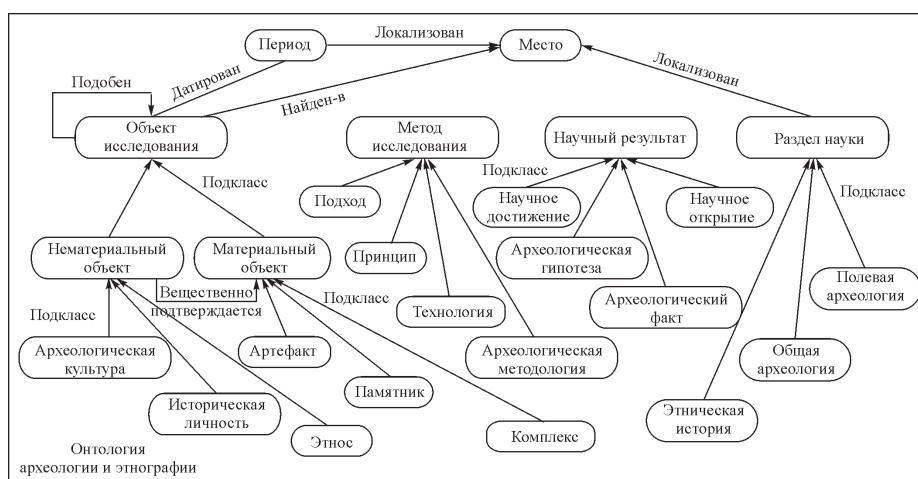


Рис. 2. Фрагмент онтологии археологии и этнографии

Итак, онтология по своей сути задает информационную модель портала, так как на ее основе строятся внутренние хранилища данных портала, осуществляются навигация и содержательный поиск по его информационному пространству.

Информационное содержание портала. Данные на портале представлены как множество разнотипных информационных объектов и связей, которые в совокупности образуют его информационное содержание.

Информационный объект (ИО) – это структурированная совокупность данных, представляющая описание некоторого объекта выбранной области знаний. Каждый ИО соответствует некоторому классу онтологии (является экземпляром этого класса) и имеет определенную этим классом структуру.

Между конкретными информационными объектами могут существовать связи, семантика которых определяется отношениями, заданными между соответствующими классами онтологии.

Таким образом, информационное содержание портала составляют как знания общего характера (представлены в онтологии), так и конкретные знания о реальных объектах и событиях (т. е. данные).

Важным компонентом информационного наполнения портала является описание информационных ресурсов. Каждый ресурс соответствует такому понятию онтологии, как Информационный ресурс. Его описание хранится в базе данных и включает в себя экземпляр понятия и набор экземпляров отношений, связывающих это понятие с другими понятиями онтологии.

Набор атрибутов и связей ресурса основан на стандарте Dublin Core [10]. Его атрибутами являются: название, Интернет-ссылка (URL), язык, тип доступа и т. п. Ресурс может быть связан отношениями с организациями, учеными, публикациями, событиями, разделами науки и т. д.

Настройка и информационное наполнение портала. Настройка портала на заданную область знаний и управление его информационным наполнением осуществляются с помощью специализированных редакторов, реализованных как web-приложения и доступных зарегистрированным пользователям через Интернет.

Настройка портала на область знаний осуществляется с помощью редактора онтологии, который позволяет создавать, модифицировать и удалять любые элементы онтологии (классы понятий, отношения, домены), а также задавать и модифицировать иерархии понятий.

При создании класса понятий указывается его уникальное имя и набор атрибутов, служащих для задания различных свойств понятий, а фактически описывающих структуру объектов данного класса. Для класса может быть выбран родитель из ранее созданных классов, при этом от родительского класса наследуются не только все атрибуты, но и отношения, а сам родитель связывается с новым классом отношением «класс-подкласс».

Классы онтологии могут связываться направленными бинарными отношениями. Их особенностью является то, что они могут иметь собственные атрибуты, уточняющие связь между аргументами:

$$R(\text{Arg1}, \text{Arg2}, \text{Matr}),$$

где R – имя отношения; Arg1 , Arg2 – аргументы отношения (классы); Matr – множество атрибутов, описывающих дополнительные свойства отношения.

Для более удобного представления информации пользователю портала редактор онтологий включены средства настройки визуализации знаний и

данных. Они позволяют каждому классу онтологии задать шаблон визуализации объектов этого класса и шаблон визуализации ссылок на них.

Шаблон визуализации объектов класса определяет порядок, в котором отображаются все его атрибуты и связанные с ним отношения.

Шаблон визуализации ссылки на объект класса может включать как атрибуты этого класса, так и атрибуты связанных с ним классов и атрибуты заданных между ними отношений. Значения атрибутов, включенных в шаблон ссылки, используются для построения текстового представления ссылки на объект (гиперссылки).

Наполнение портала данными осуществляется с помощью редактора данных, который позволяет создавать, редактировать и удалять информационные объекты (объекты введенных в онтологии классов) и связи между ними.

Функционирование редактора данных основано на онтологии портала, поэтому при создании нового информационного объекта, прежде всего, выбирается соответствующий класс онтологии. После чего по представленному в онтологии описанию класса автоматически создается форма для ввода данных, включающая поля для ввода значений атрибутов объекта. Если атрибут принимает значение из домена, то выводится список его возможных значений.

Одновременно с созданием объекта можно задать его связи с другими объектами, уже существующими во внутренней базе данных портала. Эти связи и их атрибуты определяются соответствующими отношениями онтологии, а форма для их задания автоматически генерируется на основе описаний этих отношений.

Накопление информации о ресурсах. Особенность предложенного подхода состоит в том, что портал знаний обеспечивает доступ не только к собственным информационным ресурсам, но и поддерживает навигацию по заранее размеченным (проиндексированным) ресурсам, размещенным в сети Интернет. При этом информация о ресурсах накапливается коллекционером онтологической информации [11], т. е. специальной подсистемой портала, осуществляющей сбор, анализ, оценку релевантности, автоматическое индексирование и классификацию Интернет-ресурсов.

Коллекционер состоит из двух модулей: модуля сбора информации (поисковый робот) и модуля индексирования и классификации ресурсов. Модуль сбора информации осуществляет поиск Интернет-документов по ссылкам, заданным в специальной базе данных, и определяет их релевантность тематике портала. Модуль индексирования и классификации, используя онтологию и предметный словарь (тезаурус), строит содержательный индекс для каждого документа и определяет раздел науки, к которому он относится (фактически при этом создается информационный объект – экземпляр класса Информационный ресурс – со всеми его связями).

Организация содержательного доступа. Содержательный доступ к систематизированным знаниям и информационным ресурсам заданной области знаний обеспечивается с помощью предоставляемых порталом развитых средств навигации и поиска.

Основной сценарий работы пользователя с порталом состоит из выбора либо непосредственно с помощью средств визуализации, либо с помощью механизма поиска объектов определенного класса, их просмотра, навигации по их связям и фильтрации списков таких объектов.

ПРОСМОТР ОБЪЕКТА	
Публикация	
Название публикации	Древняя Русь и Великая степь
Язык публикации	русский
Дата публикации	1989
Описание публикации	Древняя Русь и Великая степь. - М.: Мысль, 1989. 766 с. Книга известного русского историка и географа Л.Н.Гумилева посвящена одной из самых сложных и запутанных проблем отечественной истории: взаимоотношения Древней Руси и ее соседей, главным образом - кочевников Великой степи с древнейших времен до Нового времени.
Тип публикации	монография
URL	http://gumilevica.kulichki.net/ARGS/index.html
СВЯЗИ ОБЪЕКТА	
Автор:	
Исследователь	Гумилев, Лев
Описывает-Объект:	
Объект Исследования	Восточные славяне
Публикация - Раздел науки:	
Раздел Науки	Этническая история
СВЯЗИ С ОБЪЕКТОМ	
Ресурс-Публикации:	
Информационный Ресурс	Гумилевика

Рис. 3. Просмотр информационного объекта археологического портала знаний

Навигация. Для конечного пользователя данные на портале представлены в виде множества связанных информационных объектов. Вся информация о конкретном объекте отображается в виде HTML-страницы (рис. 3), формат и наполнение которой зависят от класса этого объекта и заданного для него шаблона визуализации. При этом объекты, связанные с данным объектом, представляются на его странице в виде гиперссылок, по которым можно перейти к их детальному описанию.

Список объектов отображается в виде страницы, содержащей набор ссылок на эти объекты. Для больших списков формируется составная страница, включающая список страниц с элементами навигации по этому списку.

Навигация по данным портала представляет собой процесс перехода от одних информационных объектов к другим по заданным между ними связям.

Например, при просмотре информации о конкретной публикации (см. рис. 3) видны значения ее атрибутов и ее связи с другими объектами. С помощью представленных связей в качестве элементов навигации, можно перейти к просмотру подробной информации как по прямым связям (об авторах, об описываемом объекте исследования), так и по обратным (об информационном ресурсе, описывающем данную публикацию).

При переходе по конкретной связи любого информационного объекта можно получить достаточно большой список объектов (например, список людей, работающих в некоторой организации). В связи с этим был введен механизм фильтрации списков информационных объектов. Фильтрация есть способ выборки подмножества ИО из списка путем наложения на него ограничений, т. е. задания фильтра.

Фильтр является набором условий, которые определяют допустимые значения атрибутов ИО и требования к существованию связей с другими информационными объектами. Этот метод позволяет, например, отфильтровать множество публикаций как по дате публикации (условия на атрибут), так и по описываемому научному результату или объекту исследования (условия на связанный объект).

Поиск. При поиске информации пользователю предоставляется возможность задания запроса в терминах предметной области портала. При этом пользователь должен выбрать класс искомых информационных объектов, задать связи выбранного класса, а также определить ограничения, которым должны удовлетворять эти атрибуты и связи.

Ограничения на отдельные атрибуты интерпретируются как конъюнкция условий. Допустимые ограничения для атрибута зависят от типа его значений. Так, например, для атрибутов типа *integer* и *date* задается точное значение или допустимый интервал значений.

Пользователю также предоставляется возможность задать условия на значения атрибутов объектов, связанных с искомым объектом. При этом могут быть заданы ограничения на значения атрибутов соответствующих отношений.

Например, запрос «Найти публикации Гумилева по Этнической истории за период с 1962 г. по 1989 г.» формально будет выглядеть следующим образом:

Класс «Публикация»:

Атрибут «Дата публикации»: (>=1962) & (<=1989)

Отношение «Автор»: **Класс** «Исследователь»

Атрибут «Фамилия» = «Гумилев»

Отношение «Научное направление»: **Класс** «Раздел науки»

Атрибут «Название раздела» = «Этническая история»

Пользователь может задавать свои запросы через специальный графический интерфейс, генерируемый на основе онтологии портала знаний. При выборе класса искомых информационных объектов автоматически генерируется поисковая форма, в которой необходимо задать ограничения на значения атрибутов объектов выбранного класса, а также на значения атрибутов объектов, связанных с данным объектом ассоциативными отношениями.

Порталы знаний и семантические порталы. Использование онтологий и других элементов технологии *Semantic Web* при построении портала знаний позволяет отнести его к разновидности семантических порталов (*Semantic Web Portal*), в настоящее время активно разрабатываемых за рубежом [12]. В рамках этого направления исследований были созданы такие семантические порталы, как *Esperonto* [13], *OntoWeb* [14], *MuseumFinland* [15] и др.

Портал *Esperonto* (<http://www.esperonto.net/>) является примером практического применения технологии автоматической генерации порталов знаний *ODESeW*, разработанной в Мадридском политехническом университете. Он обслуживает информационные потребности участников европейского проекта *Esperonto*. Для данного портала средствами инструментальной системы *WebODE* были построены пять различных онтологий: Проект, Документ, Персона, Организация и Встреча, которые служат для описания научно-исследовательских проектов и могут быть переиспользованы. Хотя эти онтологии и связаны несколькими отношениями, однако на портале *Esperonto* возможен поиск объектов только по атрибутам классов, представленных в рамках одной онтологии. Кроме того, данный портал ориентирован только на представление информации о научно-исследовательских проектах и не может быть настроен на другую область знаний.

Портал OntoWeb (<http://www.ontoweb.org/>) относится к так называемым порталам сообществ. Он также построен в рамках одноименного европейского проекта с целью облегчения передачи наработок по онтологиям и технологии Semantic Web от представителей научной общественности в индустрию. В онтологии портала представлены все необходимые для функционирования портала типы информационных объектов, поэтому участники проекта могут размещать на портале любую информацию об организациях, событиях, проектах, персонах и документах (научных статьях). Недостатком этого портала является то, что информация на нем организуется не по тематическому принципу, а исходя из нужд проекта, из-за чего оказывается достаточно трудно найти необходимые документы.

Семантический портал MuseumFinland – Finnish Museums on the Semantic Web (<http://museosuomi.cs.helsinki.fi>) обеспечивает интеграцию электронных коллекций основных музеев Финляндии. Также декларируется, что этот портал позволяет осуществлять навигацию и семантический поиск музейных экспонатов в этих коллекциях на основе семи культурологических онтологий по девяти различным измерениям: автор, владелец, материал, тип артефакта, коллекция, время создания, место создания, место использования, ситуация использования. Однако наше исследование этого портала показывает ограниченность его средств поиска и навигации: пользователь может искать и использовать в качестве главного элемента навигации/поиска только сами музейные экспонаты, т. е. данный портал не позволяет указать в качестве предмета поиска автора или материал, из которого изготовлен экспонат, в то время как наш портал позволяет осуществлять поиск по любым понятиям онтологии и выполнять навигацию по любым ассоциативным отношениям.

Исследования интеллектуализации сети Интернет и построения информационных систем на основе онтологического подхода проводятся и в нашей стране. Так, в работе [16] описан подход к созданию семантических порталов, предназначенных для управления знаниями крупного предприятия. Подход к организации эффективного доступа населения к социально значимой информации через «информационные киоски», т. е. специализированные Интернет-приложения, функционирование которых целиком базируется на онтологии, представлен в [17].

Следует заметить, что порталы, построенные в рамках предлагаемого нами подхода, имеют ряд особенностей, делающих их действительно порталами знаний. В частности, наши порталы знаний, в отличие от обычных семантических порталов, обеспечивают содержательный доступ не только к информационным ресурсам определенной тематики, но и систематизированным знаниям как о самой предметной области, так и об организации научной деятельности в рамках этой области.

Заключение. В данной работе представлен подход к организации содержательного доступа к систематизированным знаниям и информационным ресурсам заданной области знаний с помощью Интернет-портала знаний. Использование онтологии в качестве концептуальной основы такого портала позволяет достичь гибкого и целостного представления области знаний и выполняемой в ее рамках научной деятельности.

Разделение онтологии портала на предметно-независимые и предметные онтологии делает портал настраиваемым на любую область научных знаний.

Важным преимуществом предлагаемого подхода является то, что портал знаний предоставляет пользователю доступ не просто к каталогу ресурсов по данной тематике, а к сети знаний и данных, по связям которой поддерживается удобная навигация.

На основе предложенной технологии был разработан археологический портал знаний [18]. В настоящее время она применяется для разработки портала знаний по компьютерной лингвистике [19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Боровикова О. И., Загорюлько Ю. А.** Организация порталов знаний на основе онтологий // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Тр. междунар. сем. «Диалог-2002». М.: Наука, 2002. Т. 2. С. 76.
2. **Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф.** Базы знаний интеллектуальных систем: Учебник. С.-Пб.: Питер, 2001.
3. **Батищев С. В., Искварина Т. В., Скобелев П. О.** Методы и средства построения онтологий для интеллектуализации сети Интернет // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2002. 4, № 1. С. 126.
4. **Gruber T. R.** Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing // Intern. Journ. of Human-Computer Studies. 1995. 43, Is. 5–6. P. 907.
5. **Ushold M., Gruninger M.** Ontologies: Principles, methods and applications // Knowledge Eng. Rev. 1996. 11, N 2.
6. **Ushold M., King M.** Towards a methodology for building ontologies // Proc. of the IJCAI Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. Menlo Park CA, USA: AAAI Press, 1995.
7. **Takeda H., Takaai M., Nishida T.** Collaborative development and use of ontologies for design // Proc. of the tenth International IFIP WG 5.2/5.3 Intern. conf. PROLAMAT-98. Boston: Kluwer Academic Publ., 1998.
8. **Guariano N., Giarretta P.** Ontologies and knowledge bases. Towards a terminological clarification // Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing. Amsterdam: IOS Press, 1995. P. 25.
9. **Benjamins V. R., Fensel D.** Community is knowledge! in (KA)2 // Proc. of the 11th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems workshop (KAW'98). Calgary: SRDG Publ., 1998.
10. **Using Dublin Core** // <http://dublincore.org/documents/usageguide/>
11. **Боровикова О. И., Загорюлько Ю. А., Сидорова Е. А.** Подход к автоматизации сбора онтологической информации для интернет-портала знаний // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Тр. междунар. конф. «Диалог-2005». М.: Наука, 2005. С. 65.
12. **Lausen H., Stollberg M., Hernández R. L. et al.** Semantic Web Portals – state of the art survey // DERI Technical Report TR-2004-04-03. Innsbruck, Austria, 2004.
13. **Corcho O., Gómez-Pérez A., López-Cima A. et al.** ODESeW. Automatic generation of knowledge portals for intranets and extranets // Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2870. The Semantic Web-ISWC. Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. P. 802.
14. **Spyns P., Oberle D., Volz R. et al.** OntoWeb a semantic Web community portal // Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2569. Practical Aspects of Knowledge Management. Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag, 2002. P. 189.

15. **Hyyönen E., Mäkelä E., Salminen M. et al.** MuseumFinland – Finnish museums on the semantic Web // Journ. of Web Semantics. 2005. 3, N. 2. P. 224.
16. **Тузовский А. Ф., Козлов С. В., Васильев И. А.** Разработка семантических web-порталов организации // Информ. бюл. раб. сем. «Наукоемкое программное обеспечение». Новосибирск: ИСИ СО РАН, 2006. С. 102.
17. **Волхонцев Д. В., Гриценко Е. А., Забайдулаева Е. Ю. и др.** Разработка конструктора нормативно-правовой базы знаний для социальной сферы // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Тр. VII Междунар. конф. Самара: СамНЦ РАН, 2005. С. 357.
18. **Андреева О. А., Боровикова О. И., Загорюлько Ю. А. и др.** Археологический портал знаний: содержательный доступ к знаниям и информационным ресурсам по археологии // Тр. X Нац. конф. по искусственному интеллекту с междунар. участием (КИИ'2006). М.: Физматлит, 2006. Т. 3. С. 832.
19. **Боровикова О. И., Загорюлько Ю. А., Загорюлько Г. Б., Кононенко И. С.** Подход к построению портала знаний по компьютерной лингвистике // Тр. II Междунар. конф. «Системный анализ и информационные технологии». М.: Изд-во ЛКИ, 2007. Т. 1. С. 126.

Поступила в редакцию 31 января 2007 г.
