

Семантический веб и поисковые агенты для российского высшего образования. Пилотный проект.

© В. П. Тельнов
ИАТЭ НИЯУ МИФИ,
Обнинск
telnov@bk.ru

Аннотация

В прологе статьи обозначены идеи и мотивы, на которых базируются концепции семантических образовательных порталов и интеллектуальных агентов. Затронут вопрос доступности связанных открытых данных в российском сегменте всемирной паутины. Изложение сфокусировано на проблемах практического воплощения идей семантического веба в образовательных порталах российских вузов.

В основной части статьи представлены и обсуждаются три поисковых агента, взаимно дополняющие друг друга. Из них первые два - агенты «DBpedia» и «Wikidata» - имеют дело с одноименными международными базами знаний.

Третий поисковый агент «AjaxSearch» предлагает адаптивную технологию контекстного поиска информации во всемирной паутине, когда первоначальное извлечение контента из глобальной сети выполняется известными поисковыми машинами (Google, Yahoo, Яндекс), которые имеют соответствующий программный интерфейс.

Даны ключевые архитектурные, технологические и проектные решения в нотации UML-диаграмм компонентов, диаграмм последовательности и диаграмм развертывания. Показаны образцы пользовательского интерфейса. В заключении приведены аргументы за и против внедрения технологий семантического веба в образовательную практику.

Статья ориентирована на широкий круг специалистов, интересующихся вопросами применения семантических технологий в образовательной деятельности высших учебных заведений, а также на студентов и преподавателей вузов, которые специализируются в области информатики и компьютерных дисциплин.

Труды XVII Международной конференции DAMDID/RCDL'2015 «Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных», Обнинск, 13-16 октября 2015

1 Пролог

1.1 История вопроса

В Российской Федерации на семантический веб как на информационно-образовательный ресурс впервые обратили серьезное внимание в 2001 - 2002 годах [20], [23]. В те времена начали предлагать и рассматривать футуристические концепции семантических образовательных порталов, которые по замыслу их авторов были призваны обеспечить глубокую персонализацию образовательных услуг.

В упомянутых концепциях речь шла о том, что образовательные услуги должны максимально полно и точно соответствовать потребностям, уровню подготовки и когнитивным особенностям каждого конкретного учащегося. Было справедливо подмечено, что традиционные веб-технологии (иногда их обозначают как WEB 1.0 и WEB 2.0) не обеспечивают поиск и навигацию в среде распределенных знаний на семантическом уровне. Предполагалось, что задача может быть решена на базе технологий семантического веба путем применения так называемых интеллектуальных агентов, которые для извлечения знаний будут использовать общепризнанные онтологии и правила вывода [23]. Под агентами понимались программные компоненты, которые будут работать без непосредственного управления со стороны человека для достижения поставленных перед ними целей. Типичной является ситуация, когда агенты собирают, фильтруют и обрабатывают информацию, найденную в глобальной сети и в специальных базах данных, иногда путем взаимодействия с другими агентами.

Предлагаемый подход к персонализированному обучению основывался на выделении двух типов сущностей: концептов (фрагментов знаний) и собственно учебных объектов (произвольных веб-ресурсов). Процесс обслуживания образовательного запроса в общем случае должен был, по замыслу авторов, включать два этапа.

На первом этапе определяются образовательные потребности клиента. Результатом этапа является некая индивидуальная программа обучения, построенная из концептов (классов) онтологии

некоторой конкретной предметной области, которая на текущий момент времени принята большинством участников соответствующего профессионального сообщества.

На втором этапе выполняется «покрытие» программы обучения, составленной из концептов, доступными в образовательном пространстве учебными объектами. Поскольку в открытой образовательной среде будет доступно большое число учебных объектов, для каждого концепта найдется множество вариантов «покрытия». При этом все используемые образовательные ресурсы (учебные объекты) должны быть аннотированы с использованием стандартизованных словарей метаданных [5].

Предполагалось, что в построении индивидуальной программы обучения будут задействованы интеллектуальные агенты нескольких типов, например такая комбинация: агент учащегося, агент – строитель программ обучения и поисковый агент.

Что касается вопросов практического программирования, интеллектуальные агенты предполагалось создавать в основном на технологической платформе JAVA Agent Development Framework (JADE) [6]. Выбор инструментария JAVA был обусловлен широким распространением данного языка программирования как универсального средства создания машинно-независимых сетевых приложений.

Это было романтическое время относительной молодости семантического веба, и появление продвинутых интеллектуальных образовательных порталов казалось делом недалекого будущего.

Справедливости ради нужно отметить, что уже в те годы, более десятка лет назад, находились скептики и практики интернета, которые призывали к сдержанности и указывали на отдельные неприятные казусы. Например, предлагалось такое семантически неоднозначное высказывание «Эти типы стали есть в прокатном цехе». Прочитав данную фразу, не всякий человек сразу поймет, о чем она, ибо в ней можно усмотреть несколько различных смыслов. Интеллектуальному агенту будет весьма затруднительно разобраться в подобных сентенциях. Однако данный пример в большей степени касается тех агентов, которые используют алгоритмы контекстного поиска.

1.2 Современная российская практика

За полтора десятка лет, прошедших с момента первой публикации на тему семантического веба, был разработан ряд стандартов, рекомендаций и реализовано множество проектов, например: [2], [4], [14]. Однако, несмотря на очевидные успехи, до сих пор (и это признает сам Т. Бернерс-Ли [1]) нельзя сказать, что основные идеи семантического веба уже в достаточной мере реализованы на практике. Данное соображение представляется особенно

верным в отношении российских образовательных порталов.

Посетив несколько десятков официальных сайтов ведущих российских вузов, можно убедиться в том, что доминирующей платформой для их образовательных порталов на сегодняшний день являются специализированные системы управления курсами (CMS), также известные как системы управления обучением (LMS) или виртуальные обучающие среды (VLE). Свободно распространяемый программный продукт с открытым исходным кодом CMS Moodle [10], пользуется наибольшей популярностью. Очевидно, что подобные программные решения слабо связаны с идеями семантических образовательных порталов.

В 2011 году Минобрнауки России определило победителя конкурса по теме «Создание публичного ресурса открытых данных в области науки и техники, интегрированного в единое международное пространство знаний Linked Open Data» [16], [18]. Попытки обнаружить в рунете следы долгожданного публичного ресурса пока остаются безуспешными. Приходится согласиться с тем, что в настоящее время в России производится крайне мало взаимосвязанных открытых данных. Основными источниками данных для российских пользователей семантического веба по-прежнему остаются международные базы знаний, включающие русскоязычный контент, прежде всего DBpedia [2], Freebase [4] и Wikidata [14]. Это главным образом справочные данные, библиографические, медийные и прочие сведения энциклопедического характера.

Необходимо также упомянуть работы преподавателей российских университетов, где в той или иной мере задействованы онтологии и другие технологии семантического веба, например [15], [26]. Вместе с тем, общедоступная рабочая версия семантического образовательного веб-портала пока наблюдается лишь в одной из стран ближнего зарубежья: [21], [25].



Рис. 1. Портал «Кафедра онлайн»

1.3 Портал «Кафедра онлайн»

Предметом настоящей статьи является пилотный проект, связанный с применением технологий семантического веба и поисковых агентов в вузах РФ. Проект реализуется как часть более общего образовательного портала «Кафедра онлайн» [24], [19]. Условное наименование компонента – «Семантическая паутина», см. рис. 1. Доступ к компоненту «Семантическая паутина» возможен через главную страницу портала «Кафедра онлайн» по сетевому адресу <http://ksst.obninsk.ru> или по прямой ссылке <http://ksst.obninsk.ru/semantic>.

2 Поисковый агент «DBpedia»

Широко известный в мире семантического веба проект «DBpedia» [2], [7] представляет собой результат совокупных усилий профессионального сообщества по извлечению частично структурированных данных, представленных в Википедии, в их связи с другими открытыми базами знаний и последующей публикации извлеченной информации в формате RDF во всемирной паутине для её свободного использования. Система, созданная в рамках проекта DBpedia, позволяет принимать и обслуживать сложные запросы на языке SPARQL [12] к имеющейся базе знаний через публичные точки доступа.

На настоящее время проект «DBpedia» представляет собой одну из крупнейших в мире баз знаний, которая обеспечивает свободный доступ к более чем 26 млн. концептов и 63 млн. экземпляров свойств. Проект охватывает широкий спектр областей знаний и имеет высокую степень концептуального перекрытия с иными открытыми

наборами данных. Развивающаяся онтология «DBpedia» выступает в качестве своего рода структурного каркаса для организации этих данных.

Одно из преимуществ DBpedia заключается в том, что данный проект обеспечивает семантические отношения, соединяющие различные домены специализированных предметно-ориентированных наборов данных. Система DBpedia имеет около 5 млн. исходящих ссылок RDF, что делает её хорошей отправной точкой для семантических поисковых роботов. В свою очередь, несколько десятков крупных внешних источников связанных данных устанавливают RDF ссылки на DBpedia.

Чтобы воспользоваться потенциалом мировых источников связанных данных, отечественным университетам необходимы общедоступные технологичные способы организации запросов к этим данным. Публичные точки входа SPARQL призваны удовлетворить потребность учащихся в связанных данных, но количество и доступность таких точек в настоящее время оставляют желать лучшего.

На рис. 2 показан пример пользовательского интерфейса поискового агента «DBpedia», который интегрирован в компонент «Семантическая паутина» образовательного портала «Кафедра онлайн» [19]. Данный поисковый агент адаптирован для использования в учебной деятельности теми студентами, которые специализируются преимущественно в компьютерных дисциплинах. Для этой категории учащихся создание запросов на языке SPARQL [12] не должно представлять принципиальных трудностей, поскольку в программе их обучения имеются дисциплины,

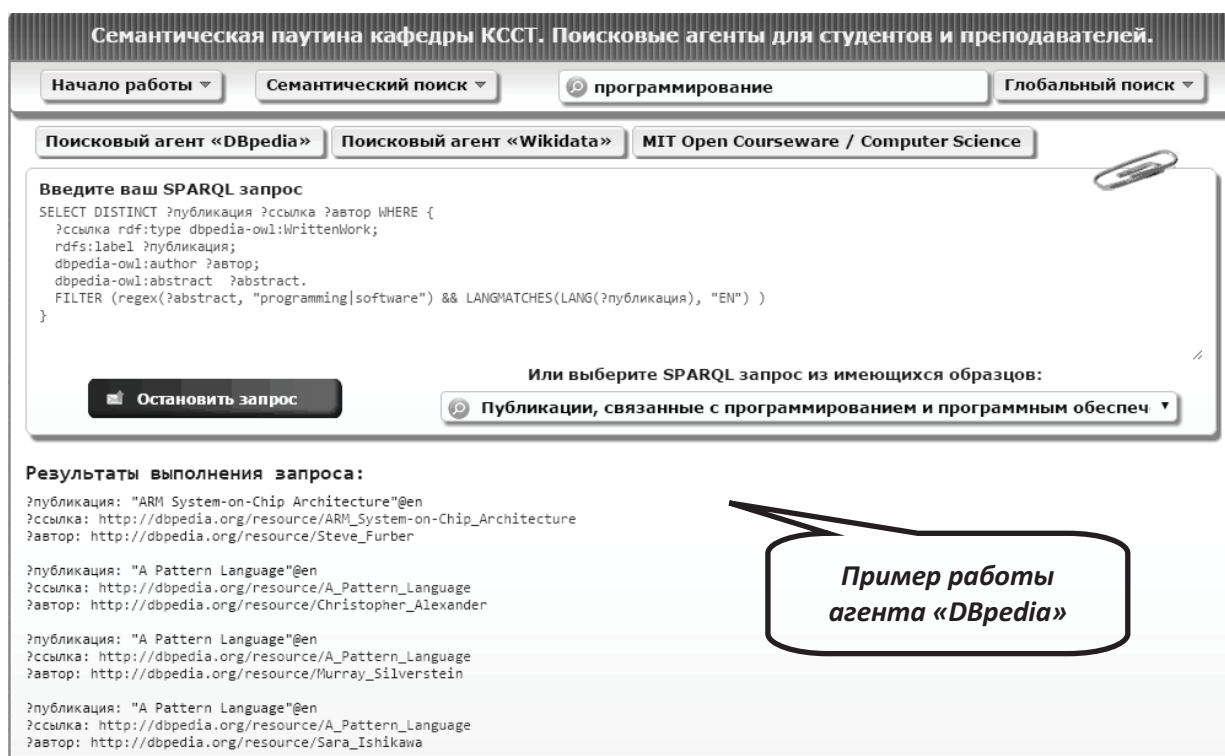


Рис. 2. Пользовательский интерфейс агента «DBpedia»

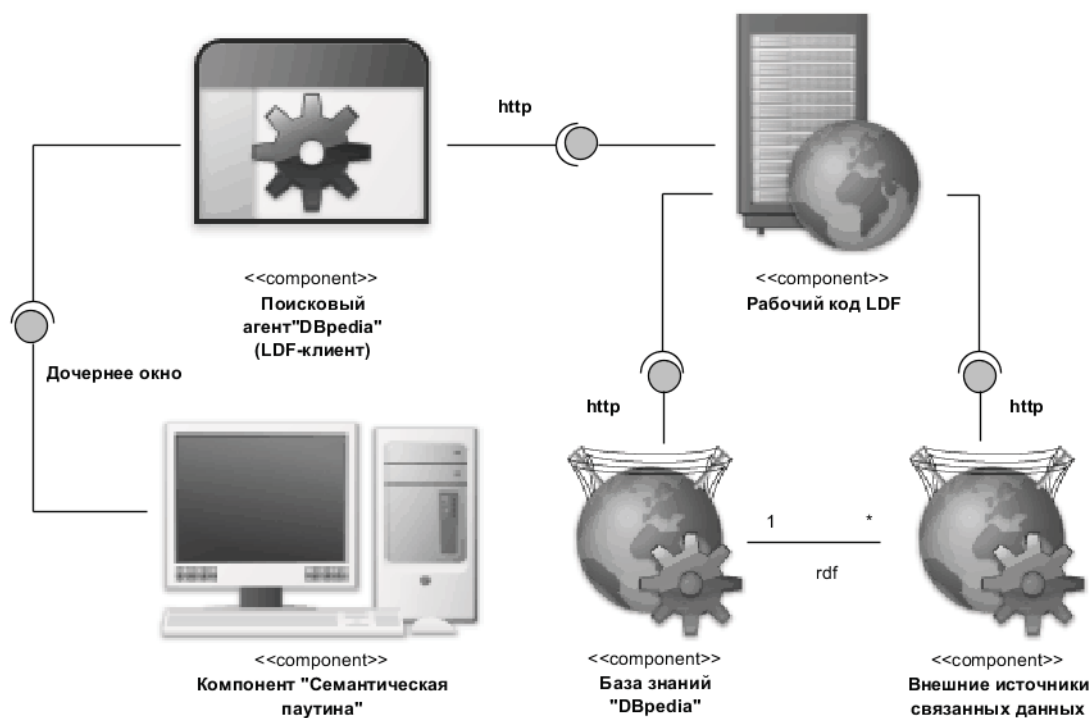


Рис. 3 Увеличенная диаграмма компонентов для агента «DBpedia»

связанные с изучением баз данных и языка SQL.

Всемирная паутина наполнена связанными данными, однако остаются вопросы создания удобных технологичных способов их извлечения. В поисковом агенте «DBpedia» для доступа к связанным данным применяется технология Linked Data Fragments (LDF) [8]. Такой подход позволяет выполнить «расщепление» сложного SPARQL-запроса на RDF-триплеты на промежуточном LDF-сервере и тем самым снизить нагрузку на серверы целевых баз знаний [11]. Увеличенная диаграмма компонентов, соответствующая поисковому агенту «DBpedia», показана на рис. 3.

3 Поисковый агент «Wikidata»

Проект «Wikidata» [14], запущенный в 2012 году фондом Wikimedia Foundation, предлагает базу знаний, построенную на основе Википедии, для гибридного использования компьютерами и людьми. При этом вносить знания в нее могут и пользователи и машины. Одно из главных отличий проекта «Wikidata» от более раннего проекта «DBpedia» состоит в том, что там клиенты-машины не могли вносить правки в семантическую базу данных. Если в проекте «DBpedia» основой структурирования связанных данных являются RDF-триплеты (субъект, предикат, объект), то в проекте «Wikidata» этим единицам примерно соответствует следующая тройка: элемент (item), свойство (property) и значение (value).

По состоянию на 2014 год централизованный репозиторий проекта «Wikidata» имел следующие метрики: около 15 млн. статей (концепций) и более

30 млн. утверждений, в том числе 20 млн. ссылок, 8 млн. строковых данных, более 1 млн. хронологических дат и 1 млн. географических координат объектов. В 2015 году после миграции коллаборативной базы знаний Freebase на платформу Wikidata (анонсировано компанией Google) можно ожидать значительного увеличения данных показателей.

Необходимо отметить, что работа с базой знаний «Wikidata» требует от пользователей определенного понимания принципов организации Википедии, а также некоторых технических навыков. Это связано в первую очередь с тем, что программное обеспечение данного проекта (Wikibase) по существу представляет собой расширение основного движка Википедии (MediaWiki).

Поисковый агент «Wikidata» для извлечения связанных данных использует готовый инструмент AutoList из проекта «Wikidata», который запускается в дочернем окне и затем асинхронно взаимодействует с выделенным сервером для отработки поисковых запросов к базе знаний. Для подготовки собственно поисковых запросов предлагается визуальный редактор Wikidata Query Editor, который спроектирован и реализован как независимый компонент программного обеспечения.

В рамках обсуждаемого пилотного проекта оба поисковых агента – «DBpedia» и «Wikidata» имеют схожий пользовательский интерфейс, выполненный в единой стилистике, что видно из сравнения рис. 2 и рис. 4 (см. далее). Однако внутренняя архитектура этих поисковых агентов и логика их работы

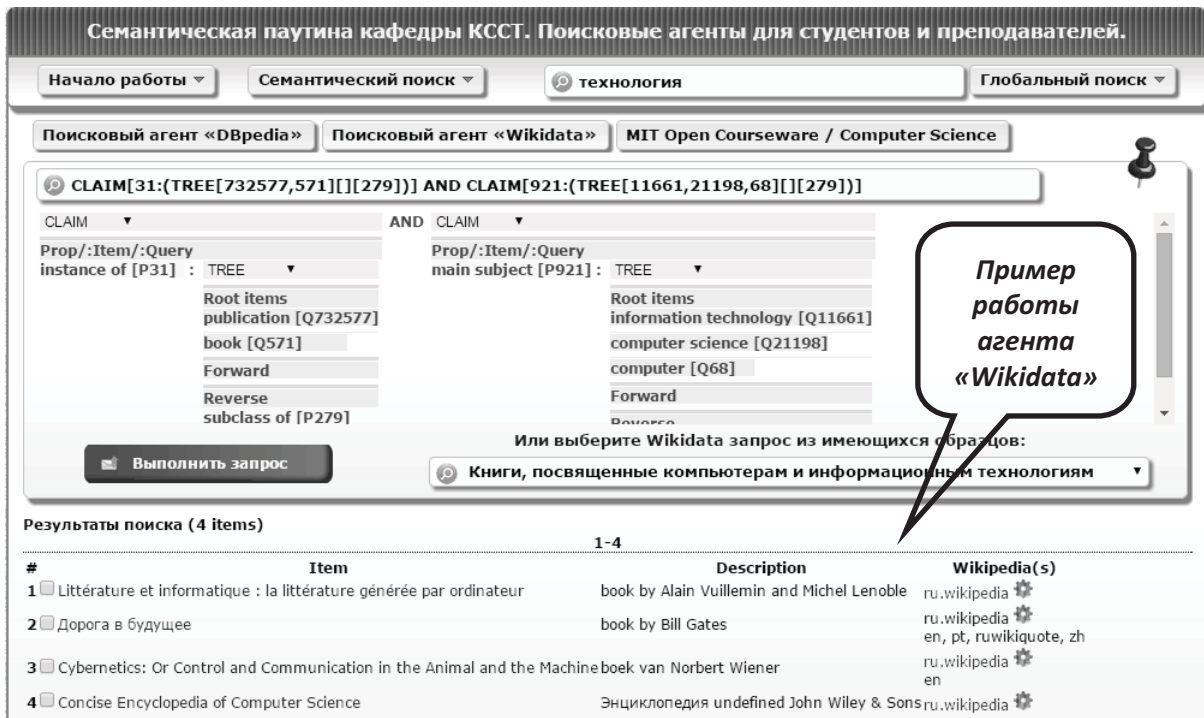


Рис. 4. Пользовательский интерфейс агента «Wikidata»

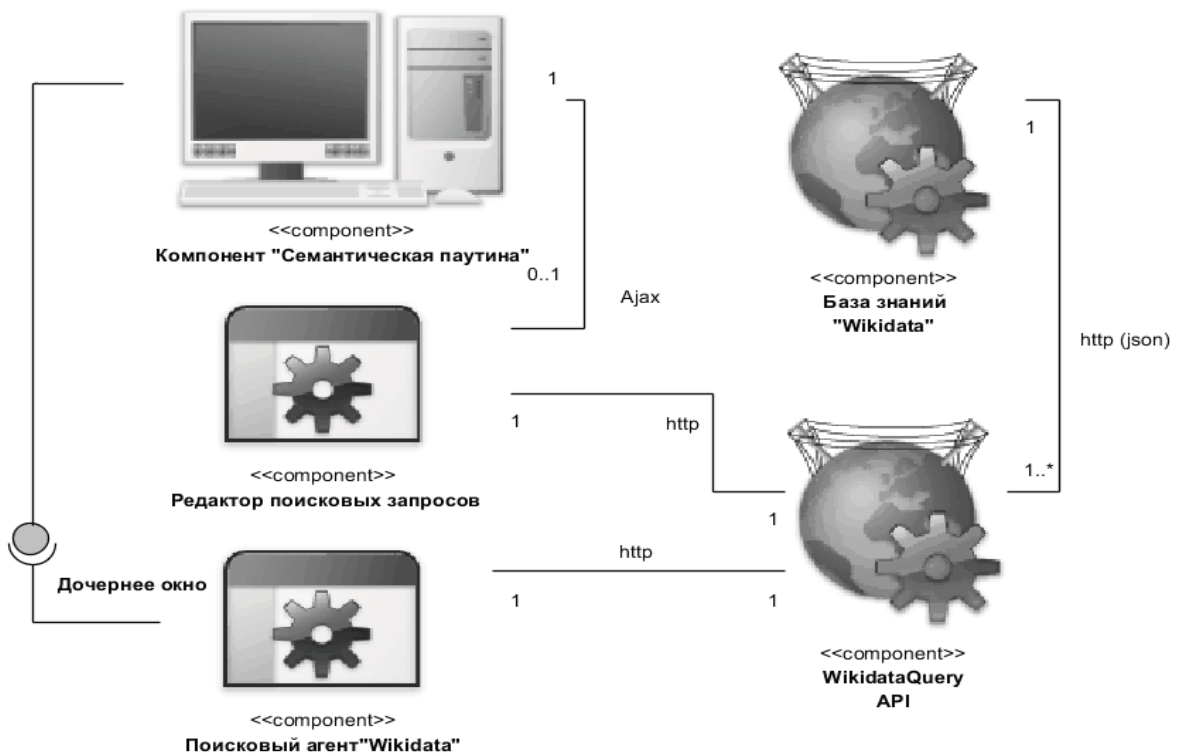


Рис. 5. Укрупненная диаграмма компонентов агента «Wikidata»

отличаются в значительной степени. На рис. 5 показана укрупненная диаграмма компонентов, соответствующая поисковому агенту «Wikidata».

Два взаимодополняющих поисковых агентов – «DBpedia» и «Wikidata» были включены в состав компонента «Семантическая паутина» с целью их агрегации и сопоставления возможностей в ходе

бета-тестирования, которое выполняется силами заинтересованных студентов и преподавателей.

Представляется, что достигнутый к настоящему времени уровень развития технологий семантического веба пока не позволяет отдать предпочтение ни одному из программных продуктов или баз знаний.

4 Поисковый агент «AjaxSearch»

Современные реалии высшей школы в РФ таковы, что подавляющее число студентов и преподавателей не подозревают о существовании семантического веба и вообще связанных открытых данных. Они продолжают практиковать поиск информации во всемирной паутине по ключевым словам, используя для этого публичные поисковые машины. Немалую роль здесь играют традиции, а также простота и высокая скорость формирования поискового запроса, в сравнении с поисковыми запросами к семантической паутине. В интересах этой обширной категории потребителей сетевой информации разработан поисковый агент «AjaxSearch», пример пользовательского интерфейса которого показан ниже на рис. 6.

Укрупненная диаграмма компонентов и диаграмма последовательности для поискового агента «AjaxSearch», показаны далее на рис. 7 и рис. 8 соответственно.

В связи с изложенным выше, уместен вопрос: «Зачем нужен ещё один поисковый агент, если для поиска по ключевым словам имеются общедоступные Гугл и Яндекс?». Здесь целесообразно отметить несколько представленных далее характерных особенностей публичных поисковых машин, о которых Гугл с Яндексом обычно умалчивают, но которые хорошо известны их пользователям:

- Чрезмерное количество результатов поиска, не соответствующих запросу. Пользователь тратит много времени и сил, просматривая первые страницы результатов, и ему не всегда хватает терпения перейти к оставшимся ссылкам.
- Найденные документы ранжируются поисковой машиной в соответствии с её внутренним алгоритмом, который не всегда отвечает интересам конкретного пользователя.
- Ссылки на «раскрученные» коммерческие сайты имеют больший рейтинг по сравнению с прочими результатами поиска.
- Пользователям не всегда удобно управлять контекстом поискового запроса, уточнять и направлять поиск

4.1 Глобальный поиск

При работе поискового агента «AjaxSearch» (рис. 7) глобальный поиск документов, также как и поиск по конкретным специализированным ресурсам, изначально выполняется штатными поисковыми машинами Google Ajax Search, Yahoo и Яндекс, взаимодействие с которыми по сети происходит асинхронно. Найденный контент является своего рода «сырьем» для дальнейшей обработки.

В агенте «AjaxSearch» результаты работы упомянутых выше поисковых машин всегда проходят дополнительную обработку, селекцию и сортировку, прежде чем они появятся на мониторе.

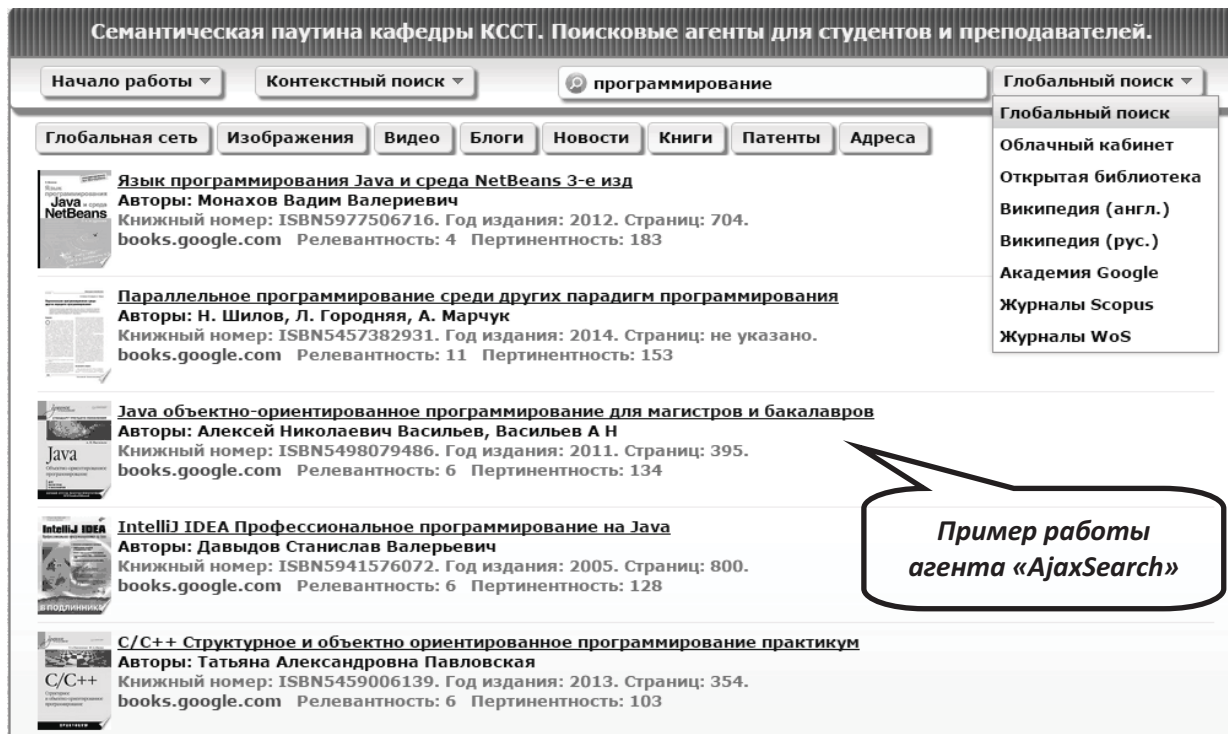


Рис. 6. Пользовательский интерфейс агента «AjaxSearch»

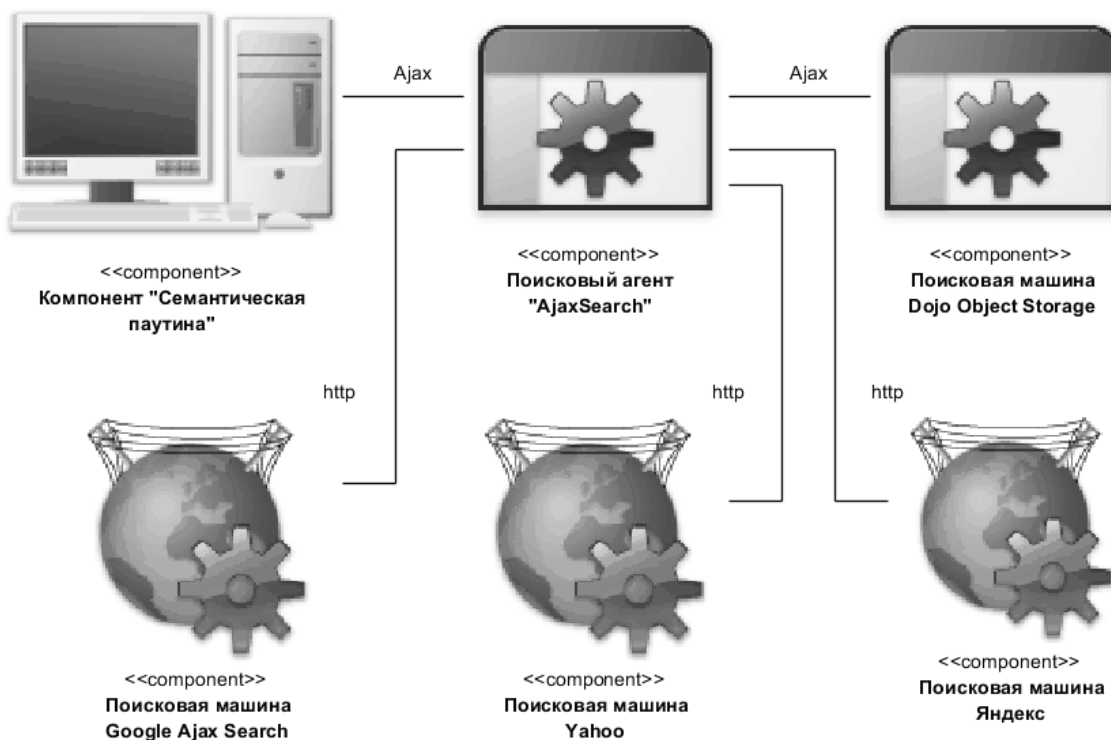


Рис. 7. Укрупненная диаграмма компонентов для агента «AjaxSearch»

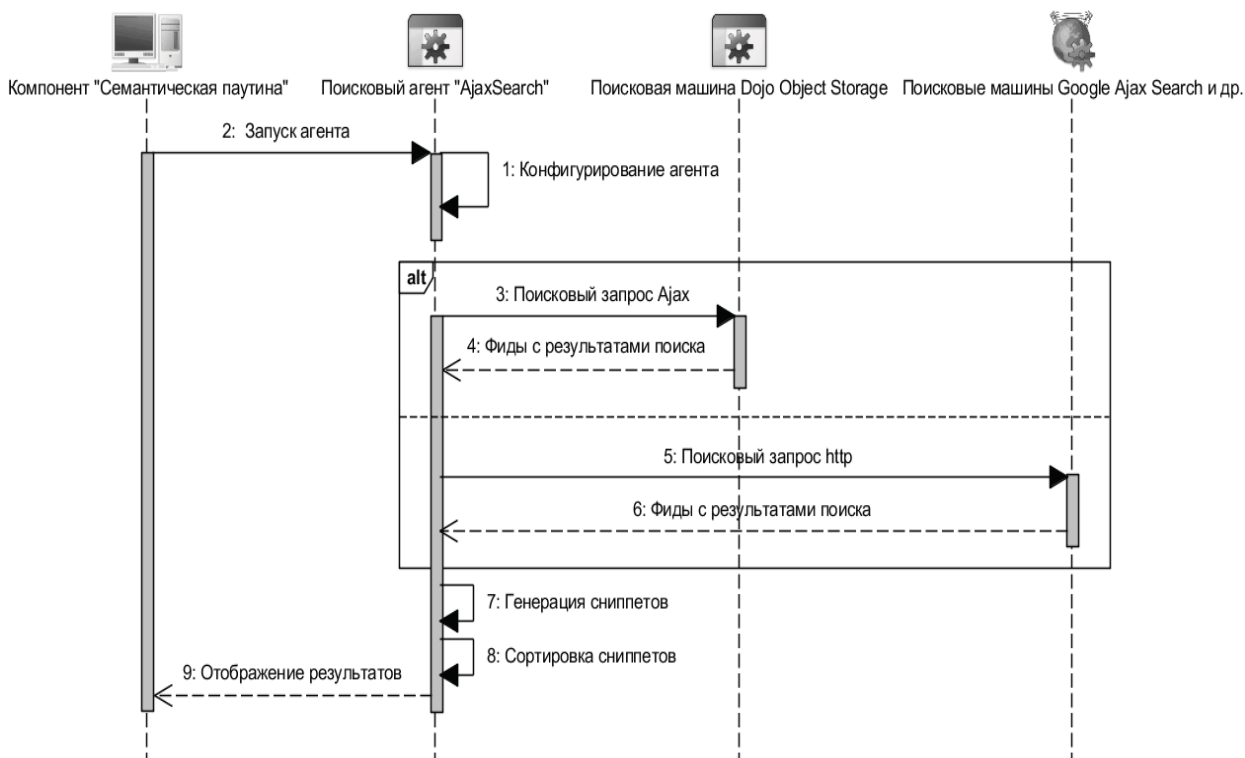


Рис. 8. Укрупненная диаграмма последовательности для агента «AjaxSearch»

Семантическая паутина кафедры КССТ. Поисковые агенты для студентов и преподавателей.

Начало работы ▾ Контекстный поиск ▾ технология Глобальный поиск ▾

Глобальная сеть Изображения Видео Блоги Новости Книги Патенты Адреса

IBM developerWorks Россия Технология Java
 Раздел Технология Java на сайте developerWorks Россия - ваш источник информации о продуктах на платформе программирования, новых ...
 www.ibm.com Релевантность: 9 Пертигентность: 105

1 Современные образовательные технологии
 Обзор определений понятия «педагогическая технология» По книге: Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие.
 charko.narod.ru Релевантность: 14 Пертигентность: 105

Технологии возможностей
 О программе «Технологии возможностей». Программа «Технологии возможностей» - это программа поддержки и развития студенческих бизнес-идей, ...
 social-tech.ru Релевантность: 7 Пертигентность: 101

Санкт-Петербургский государственный университет технологии
 Приглашаем посетить сайт Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна – СПГУТД. Большой выбор направлений по ...
 sutd.ru Релевантность: 7 Пертигентность: 86

Глобальный поиск
 Облачный кабинет
 Открытая библиотека
 Википедия (англ.)
 Википедия (рус.)
 Академия Google
 Журналы Scopus
 Журналы WoS

Яндекс технология — 589 млн ответов × ⇄ Найти

Поиск **Технология — Википедия** Разместить объявление по запросу «технология» — 1 815 717 показов в месяц

ru.wikipedia.org > **Технология** ▾

Картинки **Технология** — совокупность методов, процессов и материалов, используемых в какой-либо отрасли деятельности, а также научное описание способов технического производства.

Видео

Карты **«Технология» 156 053 песни - слушать бесплатно онлайн...**

ololo.fm > 1 336 309 144 песни > **Технология** ▾

Маркет Все песни «Технология» слушайте бесплатно онлайн на сайте ololo.fm (156 053 песни) А также ВСЯ МУЗЫКА интернета — слушайте бесплатно и без регистрации!

Новости Странные Танцы Нажми На Кнопку

Музыка **Скачать песни Технологии в MP3 бесплатно – музыкальная...**

zausev.net > **Технология** ▾

Ещё **Технология** — техно-поп-группа (Москва). Пик популярности группы приходится на начало 1990-х годов.

"Технология" - строительство деревянных домов
 technology-site.ru ▾

Строительство домов из бруса, каркасных и щитовых домов, бань, бытовок и т.д. Каталог типовых проектов. Фотогалерея. Прайс-лист. О компании.
 Каталог Контакты Акции Кредит Прайс лист брусковых домов
 Адреса на карте

Лишь один сниппет из четырех адекватен образовательным целям

Google технология 🔍

Поиск Картинки Видео Новости Книги Ещё ▾ Инструменты поиска

Результатов: примерно 39 100 000 (0,36 сек.)

Технология — Википедия
 https://ru.wikipedia.org/wiki/Технология ▾
 Технология (от др.-греч. τέχνη — искусство, мастерство, умение; λόγος — мысль, причина; методика, способ производства) — совокупность методов, ...
 Понятия и термин - История - Классификация технологий

Технология (группа) — Википедия
 https://ru.wikipedia.org/wiki/Технология_(группа) ▾
 «Технология» — синти-поп-группа из Москвы. Пик популярности группы пришелся на 1991—1993 гг. В различных составах существует с 1990 года до ...
 История - Стиль и имидж - Участники - Дискография

Дачные дома | Брусковые каркасные дома от компании ...
 www.technology-site.ru/ ▾
 Компания «Технология» по оптимальным ценам осуществляет строительство дачных и брусковых каркасных домов. В штате компании работают ...
 Каталог компании «Технология» - Дома из бруса - Дома каркасные - Фундаменты

Строительство деревянных домов | Каталог компании ...
 www.technology-site.ru/catalog/ ▾
 Компания «Технология» специализируется на строительстве деревянных домов. Мы гарантируем индивидуальный подход к каждому клиенту, ...

Технология
 Технология — совокупность методов, процесс используемых в какой-либо отрасли деятельности описание способов технического производства

Возможно, вы искали
 Технология (Музыкальная группа)
 Участники: Роман Николаевич Рябцев, Stas Ve
 Альбомы: Носитель идей, Рано или поздно

Рис. 9. Сравнение результатов поиска при помощи агента «AjaxSearch», Яндекс и Google

Под релевантностью документа понимается мера его соответствия поисковому запросу. Наиболее релевантные документы (точнее, представляющие их образы - сниппеты поисковой системы) поднимаются наверх списка результатов поиска. Также наверх списка результатов поиска «всплывают» те сниппеты, которые в наибольшей мере соответствуют контексту поискового запроса, то есть обладают наибольшей пертинентностью.

В поисковом агенте «AjaxSearch» контекст поискового запроса изначально весьма широк и охватывает все дисциплины, которые преподаются на данной кафедре. Номенклатура дисциплин кафедры с соответствующими таксономиями хранится в деревьях «Облачного кабинета» портала «Кафедра онлайн». Контекст поискового запроса возможно сузить, ограничив его конкретными группами преподаваемых дисциплин или направлениями подготовки студентов. Наконец, контекст возможно задать строго индивидуально, в форме отдельного текстового документа или специализированного глоссария.

Для оценки меры соответствия сгенерированных сниппетов контексту поискового запроса (то есть их пертинентности) поисковый агент «AjaxSearch» вычисляет метрики Левенштейна [17]. Возможна тонкая настройка так называемых цен отдельных операций в метриках Левенштейна (вставка, удаление, замена символов).

В качестве иллюстрации к предыдущим утверждениям на рис. 9 показаны результаты глобального поиска при помощи поискового агента «AjaxSearch» в сравнении с поисковыми машинами Яндекс и Google. Текст поискового запроса во всех трех случаях был одинаков - одно нейтральное слово «технология». Все три запроса стартовали одновременно с одного компьютера. Контекст поискового запроса соответствовал дереву «Программирование» в «Облачном кабинете» (конкретнее - наименованиям и ключевым словам всех документов, которые размещены в этом дереве). Сниппеты были упорядочены по убыванию их пертинентности. В верхней части рис. 9 показаны результаты работы поискового агента «AjaxSearch». В средней и нижней частях рисунка представлены результаты, выданные поисковыми машинами Яндекс и Google. В силу ограниченности места показаны лишь первые четыре сниппета для каждой поисковой машины. Легко убедиться в том, что три из первых четырех сниппетов, выданных публичными поисковыми машинами, не адекватны образовательным целям.

4.2 Поиск в «Облачном кабинете»

Особым образом реализован поиск документов, которые размещены в «Облачном кабинете» портала «Кафедра онлайн». Количество документов в «Облачном кабинете» может исчисляться многими тысячами единиц. Эти документы расположены в удаленных хранилищах данных где угодно в глобальной сети, поэтому не всегда индексируются

публичными поисковыми машинами. Доступ ко многим документам изначально ограничен (например, только для студентов, для преподавателей, для членов проектных групп). Навигация по таким документам возможна через деревья «Облачного кабинета» или через поисковый агент «AjaxSearch», при этом фактическая работа выполняется с использованием поисковой машины Dojo Object Storage [3].

5 Заключительные замечания

Статья не претендует на всестороннее освещение заявленной темы, но представляет один из вариантов практического решения задачи. Осознанно выбран облегченный стиль изложения материала, свободный от громоздких выкладок и формальных построений, которые могли бы отпугнуть мало искушенных неопитов семантического веба из среды учащихся. Вместе с тем, программный продукт «Семантическая паутина» призван посеять в головах студентов и других продвинутых пользователей интернета зерна сомнения относительно того, правильно ли они ищут и получают информацию в глобальной сети.

Правомерен критический взгляд на перспективы использования семантического веба в высшей школе. Общеизвестен пример одного из лидеров открытого интернет-образования - MIT OpenCourseWare [9] - проект Массачусетского технологического института по публикации в свободном доступе материалов всех курсов института. Инициатива MIT создала прецедент, которому последовали многие другие крупные университеты мира. В случае с проектом MIT OpenCourseWare и аналогичных ему, апологеты семантических технологий будут вынуждены констатировать, что их идеи пока ещё далеки от полномасштабного внедрения в реальную образовательную деятельность ведущих мировых университетов.

Что касается перспектив конкретного пилотного проекта «Семантическая паутина», который имеет своей целью подвигнуть учащихся к знакомству с миром семантического веба через использование поисковых агентов, то здесь здоровый скептицизм также представляется оправданным. Господствующая в настоящее время в России тенденция к примитивизации высшего образования оставляет семантическим интернет-технологиям мало надежд. Исключением из данной ситуации могли бы стать студенты (магистранты) вузов, которые специализируются в информатике и компьютерных дисциплинах.

Литература

- [1] Tim Berners-Lee. Linked Data. <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- [2] DBpedia. <https://ru.wikipedia.org/wiki/DBpedia>
- [3] Dojo Toolkit. <http://dojotoolkit.org>
- [4] Freebase. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Freebase>

- [5] IEEE 1484.12.1–2002. Learning Object Metadata standard.
http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_object_metadata
- [6] JAVA Agent DEvelopment Framework.
<http://jade.tilab.com/>
- [7] Georgi Kobilarov, Christian Bizer and others. DBpedia - A Linked Data Hub and Data Source for Web and Enterprise Applications.
<http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/bizer/pub/DBpedia-WWW2009-DevTrack-Abstract.pdf>
- [8] Linked Data Fragments. Concept.
<http://linkeddatafragments.org/concept/>
- [9] MIT OpenCourseWare. <http://ocw.mit.edu>
- [10] Moodle. <https://moodle.org/>
- [11] Ruben Verborgh, Miel Vander Sande and others. Web-Scale Querying through Linked Data Fragments.
http://events.linkeddata.org/ldow2014/papers/ldow2014_paper_04.pdf
- [12] SPARQL. <https://ru.wikipedia.org/wiki/SPARQL>
- [13] W3C Candidate Recommendation. IndexedDB object store API.
<http://www.w3.org/TR/IndexedDB/#object-store>
- [14] Wikidata. <http://www.wikidata.org>
- [15] А.В. Аникин, И.Г. Жукова. Онтологическая модель представления знаний для поиска и интеграции образовательных ресурсов в открытых образовательных сетях.
<http://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskaya-model-predstavleniya-znaniy-dlya-poiska-i-integratsii-obrazovatelnyh-resursov-v-otkrytyh-obrazovatelnyh-setyah>
- [16] Газета «Известия». О проекте «Создание публичного ресурса открытых данных в области науки и техники, интегрированного в единое международное пространство знаний Linked Open Data».
<http://izvestia.ru/news/500270>
- [17] В.И. Левенштейн.
http://www.keldysh.ru/departments/dpt_10/lev.html
- [18] Минобрнауки России. Определён победитель конкурса по теме «Создание публичного ресурса открытых данных в области науки и техники, интегрированного в единое международное пространство знаний Linked Open Data».
<http://old.mon.gov.ru/work/zakup/lot/8521/>
- [19] Образовательный портал «Кафедра онлайн».
<http://ksst.obninsk.ru>
- [20] М. Г. Пантелеев, Д. В. Пузанков, Ю. С. Татаринов. Перспективы использования технологий семантического Web в образовательных порталах.
<http://window.edu.ru/resource/126/49126/files/porta13-18.pdf>
- [21] Портал знаний. <http://www.znannya.org/>
- [22] Снимпеты в поисковых системах.
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BD%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%B5%D1%82>
- [23] Ю.С. Татаринов, М. Г.Пантелеев, П.В. Сазыкин. Мультиагентный сервис построения персонализированных программ обучения для семантических образовательных порталов.
<http://old.lvk.cs.msu.su/files/mco2005/tatarinov.pdf>
- [24] В.П. Тельнов, А.В. Мышев. «Кафедра онлайн»: облачные технологии в высшем образовании.
<http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=3903>
- [25] С.В. Титенко. Структурные основы онтологически-ориентированной системы управления информационно-учебным Web-контентом. <http://www.setlab.net/?view=Titenko-usim-new>
- [26] И.А. Филозова, В.Н. Добрынин. Структурно - функциональное обеспечение электронного семантического сборника образовательных ресурсов.
<http://www.rcdl2007.pereslavl.ru/doc/2012/paper39.pdf>

Semantic Web and Search Agents for Russian Higher Education. A Pilot Project.

Victor P. Telnov

The prologue article outlines the ideas and motivations underlying the concept of semantic educational portals and intelligent agents. Availability of the Linked Open Data in the Russian segment of the World Wide Web is assumed. The presentation is focused on the problems of the practical implementation of the ideas of the Semantic Web for educational portals of the Russian universities.

The main part of the article presents and discusses three search agents, mutually complementary. Of these, the first two agents - «DBpedia» and «Wikidata» - deal with similar international knowledge bases. The third search agent «AjaxSearch» offers adaptive technology of the contextual information search in the world wide web, when the initial retrieval of content from the global network is performed by well-known search engines (Google, Yahoo, Yandex), having the appropriate software interface. The key architectural, technological and design decisions in the UML notation diagrams of components, sequence diagrams and deployment diagrams are given. Examples of the user interface are shown.

The conclusion presents the arguments for and against the introduction of semantic web technologies in educational practice. The article oriented on a wide range of professionals interested in the application of semantic technologies in educational activities of higher educational institutions, as well as students and professors specializing in the field of informatics and computer science.