



## Семантический вэб: воплощение идеи

**А**ктивная интеграция новых элементов в существующую структуру традиционного вэба привела к тому, что Семантическая сеть уже вполне готова к внедрению в корпоративном секторе, а ее основополагающие технологии становятся стандартами

За чуть более чем 10 лет своего существования вэб настолько развился, что близок к состоянию «переполнения», как это ни парадоксально звучит. Его проблемы порождены двумя основными причинами. Первая — рост объемов

информационного наполнения, вызванный популярностью и дешевой вэб-технологией, а вторая — формат представления информации в Сети, который ориентирован преимущественно на пользователей и лишь в некоторых случаях допуска-

ет автоматическую обработку программными агентами. В результате, во-первых, возникает проблема нахождения необходимой пользователю информации, поскольку объемы вэб-пространства не позволяют оперативно обновлять базы данных информационно-поисковых систем (не говоря уже о невозможности достижения 100 % охвата данных), а во-вторых, в автоматизированном режиме практически невозможно выделить смысл информационных сообщений. Например, по названию какой-либо конкретной статьи можно найти сотни ссылок на нее, в массе которых сама статья теряется.

Дальнейшее развитие Интернета многие ученые связывают с концепцией Семантического вэба (Semantic Web), которую выдвинул Тим Бернерс-Ли, один из основоположников World Wide Web и председатель WWW-консорциума (W3C), на международной конференции XML-2000, прошедшей в 2000 году в Вашингтоне.

Основная идея этого проекта заключается в организации такого представления данных в Сети, которое допускало бы не только их визуализацию, но и эффективную автоматическую обработку с помощью разнообразных программ. Таким образом, путем радикальных преобразований традиционного Интернета возможно его превращение в систему семантического уровня. По замыслу создателей, Семантический вэб должен обеспечить «понимание» информации компьютерами, выделение ими наиболее подходящих по тем или иным критериям данных и уже после этого — предоставление информации пользователям. При автоматической обработке информации в рамках Семантического вэба взаимодействующие друг с другом сервисы на основе анализа смысловых связей между объектами и понятиями, хранящимися в Сети, должны отбирать лишь ту информацию, которая будет действительно необходимой.

По определению W3C, Семантический вэб представляет собой расширение существующей сети Интернет, в котором информация

представляется в четком и определенном смысловом значении, дающем возможность людям и компьютерам работать с более высокой степенью взаимопонимания и согласованности. Он предусматривает объединение разнообразных видов информации в единую структуру, в которой каждому смысловому элементу данных будет соответствовать специальный синтаксический блок — тэг. В рамках проекта «Семантический вэб» разрабатываются новые языки для выражения информации в форме, доступной для машинной обработки. На таких языках можно будет описывать как данные, так и принципы трактования этих данных. Это должно привести к тому, что правила построения выводов, существующие в какой-либо одной системе представления знаний, будут передаваться по сети другим подобным системам.

В процессе реализации концепции Семантического вэба получили широкое развитие синтаксические методы представления информации языковыми средствами. Другая ветвь развития связана с направлениями, близкими к области искусственного интеллекта, и названа онтологическим подходом к представлению данных. Она включает в себя средства аннотирования документов, которыми могли бы воспользоваться компьютерные программы — вэб-сервисы и агенты — в ходе обработки сложных пользовательских запросов.

## Структура

Итак, Семантический вэб можно представить в виде симбиоза двух направлений, первое из которых охватывает языки представления данных. На сегодняшний день основными языками являются расширяемый язык разметки XML (eXtensible Markup Language) и средства описания ресурсов RDF (Resource Description Framework). Существует также ряд других форматов, однако XML и RDF предоставляют больше возможностей, поэтому они обладают статусом рекомендаций W3C.

Второе концептуальное направление несет в себе теоретическое представление о моделях предметных областей. В терминологии Семантического вэба они называются онтологиями. 10 февраля 2004 года

W3C утвердил и опубликовал спецификацию языка сетевых онтологий OWL (Web Ontology Language).

Таким образом, две ветви Семантического вэба используют три ключевых языка (соответственно, и технологии):

- ✓ спецификация XML, позволяющая определить синтаксис и структуру документов;

- ✓ механизм описания ресурсов RDF, обеспечивающий модель кодирования для значений, определенных в онтологии;

- ✓ язык онтологий OWL, устанавливающий понятия и отношения между ними.

Используются также и другие языки, технологии и концепции, в частности, универсальные идентификаторы ресурсов, цифровые подписи, системы логического вывода и т. д. (рис. на с. 64).

Если говорить о логических уровнях, на которых базируется технология Семантического вэба, то самый низкий из них — унифицированный идентификатор URI (Universal Resource Identifier), определяющий способ записи адреса произвольного ресурса. Любое понятие именуется с помощью URI-идентификатора, что позволяет каждому использовать подходящие с его точки зрения понятия. Типичными примерами URI-идентифика-

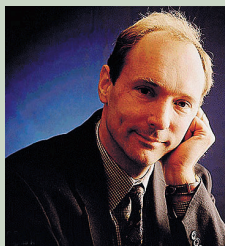
торов являются URL-адреса, однако URI-идентификатор, задавая некоторый ресурс или ссылаясь на него, не обязательно указывает на его местонахождение в Интернете.

Следующий уровень — язык XML как базовая форма разметки и средства, предназначенные для определения и описания классов XML-документов. Особое место занимает уровень, ориентированный на работу с цифровой подписью. С помощью подписи пользователи могут определить степень достоверности данных.

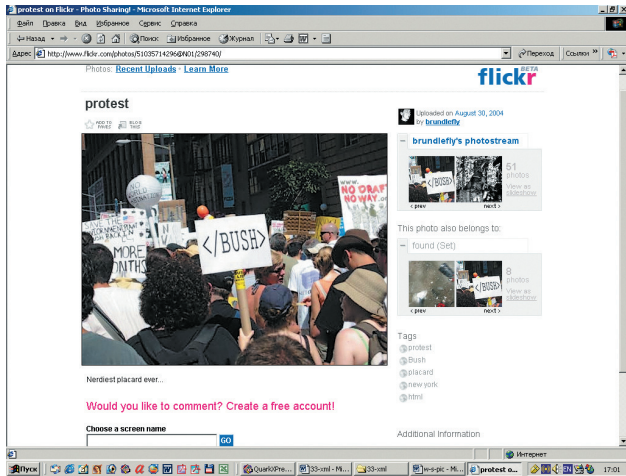
На базе XML, кроме того, развешиваются средства описания ресурсов RDF и RDF-схемы, объясняющие, как состыковывать XML-данные в сети, строить каталоги и словари понятий, и позволяющие выполнять их поиск в Семантическом вэбе.

И, наконец, язык сетевых онтологий OWL предназначен для описания классов и отношений между ними, присутствующих как в сетевых документах, так и в приложениях. OWL обеспечивает более полную автоматическую обработку сетевого контента, предоставляя наряду с формальной семантикой дополнительную семантическую поддержку. При этом сами онтологии образуют систему, состоящую из наборов понятий и утверждений об этих понятиях, на основе которых можно строить классы, объекты и отношения.

## У истоков Семантического вэба



Уроженец Великобритании, изобретатель World Wide Web **Тим Бернерс-Ли** (Tim Berners-Lee) (сейчас живет в США) в 2004 году получил за свое изобретение от королевы Великобритании Елизаветы II рыцарский титул. В апреле 2004 года за это же изобретение сэр Тим Бернерс-Ли стал первым лауреатом новой премии Millennium Technology Prize, денежный эквивалент которой составляет 1 млн евро. Кроме того, он признан «Величайшим британцем 2004 года». Тим Бернерс-Ли закончил Королевский колледж Оксфордского университета, после чего поступил на работу в CERN (Европейский центр исследований элементарных частиц). Там в 1980 году он написал программу Enquire, предназначенную для хранения информации, в которой использовались случайно устанавливаемые связи и которая стала предтечей WWW. Позднее, в 1989 году, он ввел термин «Web» и создал язык гипертекстовой разметки HTML. Затем в 1990 году появились первый HTTP-сервер и первый вэб-браузер. Всемирная паутина WWW как система доступа к информации начала работать в 1991 году. В 1994 году Тим Бернерс-Ли, в то время сотрудник Массачусетского технологического института (США), основал и возглавил некоммерческую организацию World Wide Web Consortium (W3C), которая занимается техническими проблемами развития и функционирования вэба. В настоящее время Тим Бернерс-Ли возглавляет разработку концепции Семантического вэба.



**Язык XML — в политике**

Отдельная онтология определяет семантику конкретной предметной области и устанавливает связи между значениями ее элементов.

**XML — синтаксическая основа**

Первым специализированным инструментом Семантического вэба стал язык XML, отнесенный в итоговом рейтинге компании IDG за 2001 год к числу главных технологических достижений, способных изменить в ближайшие годы весь компьютерный мир.

XML представляет собой достаточно универсальную синтаксическую основу, обеспечивающую как представление данных, так и задание отношений между ними. Кроме того, XML — открытая семантически ориентированная технология, предоставляющая широкие возможности работы с метаданными. Исходная версия этого языка, разработанная в консорциуме W3C под руководством Джона Босака, была опубликована в феврале 1998 года. С тех пор она развилась до уровня метаязыка, на базе которого определяются сотни новых предметно-ориентированных языков (к примеру, MathML, Xlink, SMIL, XSL и др.).

В отличие от HTML, создававшегося для гипертекстовых документов с фиксированной структурой и составом тэгов, XML предназначен для разметки документов произвольной структуры. XML-документы могут содержать сбалансированные деревья вложенных открывающих и закрывающих тэгов, каждый из которых включает в себя несколько пар «атрибут — значение». Однако XML сам по себе ничего не говорит о семанти-

ке понятий, составляющих его синтаксические структуры. XML позволяет создавать свои собственные тэги — скрытые метки, которыми можно снабжать вэб-страницы или разделы текста на страницах для описания их информационного наполнения. Например, тэг <идентификатор> содержит </идентификатор>, который пользователь затем должен заполнить актуальной информацией: <DateOfBirth> 30-09-1987 </DateOfBirth>. Такой подход применим практически для всех областей, к примеру, библиотекари могли бы определить собственные тэги для обмена данными о книгах, в частности, <ISBN>, <Author>, <Price> и т. д., а затем сохранить эти определения в некоторых схемах. После чего XML-ориентированные библиографические программы смогут автоматически обрабатывать такие документы. При этом XML в действительности «не понимает» и не «разъясняет» содержания документов. Компьютерные программы могут использовать XML-тэги, но при этом в про-

граммах должно быть на алгоритмическом уровне заложено «понимание» их назначения.

Поскольку в XML не существует фиксированного словаря тэгов, они могут определяться независимо для каждой программы. Это было изначально предусмотрено с помощью определения типа документа DTD (Document Type Definitions), накладывающего ограничения на используемые тэги и задающего грамматику, которая указывает допустимые комбинации и вложения имен тэгов, имен атрибутов и т. д. Сегодня практически в каждой отрасли знаний имеется свой, постоянно расширяющийся список DTD.

Язык DTD позволяет определять логическую структуру документа, то есть указывать порядок следования элементов; определять вложенность элементов; устанавливать количество возможных элементов и типы атрибутов; определять сущности и нотации.

Вместе с тем DTD присущи два серьезных недостатка — ограниченность описания типов данных и синтаксис, отличный от XML. Поэтому в настоящее время W3C настоятельно рекомендует заменять DTD новым стандартом — XML-схемой (XML Schema), который был принят в 2001 году ([www.w3.org/TR/xmlschema-formal/](http://www.w3.org/TR/xmlschema-formal/)).

Ведущие производители программного обеспечения уже приняли концепцию XML-схем и внедрили ее в своих продуктах. Так,

**ТЕЛЕКОМ-ИНФО**

**Основа искусственного интеллекта**

Впервые теория семантических сетей родилась в середине прошлого века и была ориентирована на решение задач искусственного интеллекта, в частности, машинный перевод. Знания в теории семантических сетей представлялись в виде узлов, соединенных дугами, каждая из которых определяла тип отношения.

Семантический вэб по сути является реализацией идеи искусственного интеллекта, однако данный термин не очень популярен ввиду большого количества неудачных проектов в этой области, поэтому понятие «Семантическая сеть» сегодня вызывает настороженность. Вместе с тем вэб-онтологии по сути представляют собой настоящую базу знаний, одну из концептуальных основ искусственного интеллекта.

Представлению знаний в Семантическом вэбе присущи универсальные выразительные возможности, синтаксическая и семантическая интероперабельность. Действительно, языки Семантического вэба позволяют представлять любой вид данных, создавать многочисленные синтаксические анализаторы и интерфейсы прикладных программ, необходимые для манипулирования данными. Семантическая интероперабельность реализуется, например, в онтологиях путем установления соответствия между используемыми терминами.

корпорация Microsoft предоставила доступ на условиях бесплатного лицензирования схем в Microsoft Office 2003 XML-разработчикам. В настоящее время по адресу [www.microsoft.com/office/xml/default.aspx](http://www.microsoft.com/office/xml/default.aspx) доступны такие XML-схемы:

- ✓ SpreadsheetML для Microsoft Office Excel 2003;
- ✓ FormTemplate Schemas для Microsoft Office InfoPath 2003;
- ✓ WordprocessingML для Microsoft Office Word 2003;
- ✓ DataDiagramingML для Microsoft Office Visio 2003.

По мнению представителей корпорации, доступность схем значительно облегчит поддержку возможности обмена данными между разрабатываемыми программами и приложениями офисного пакета.

Еще одно преимущество XML заключается в использовании им современного стандарта кодировки символов Unicode, который позволяет комбинировать в одном документе тексты, написанные на всех основных языках мира (в том числе имеется поддержка кириллицы), в одном документе, и тем самым с легкостью обмениваться информацией вне национальных границ.

## RDF — средство описания ресурсов

Параллельно с XML была начата разработка стандарта RDF как языка формального описания содержания сетевых ресурсов. Согласно архитектуре Семантического вэба RDF представляет собой связующее звено между XML-документами и средствами, обеспечивающими поиск и навигацию на основе логических утверждений, технологию для выражения смысла терминов и понятий в виде, доступном для обработки программами. Она предназначена для стандартизации определений и использования метаданных, описывающих веб-ресурсы, а также для представления самих данных, содержащихся в этих ресурсах.

Принцип построения отношений между сетевыми ресурсами в спецификации RDF предусматривает наличие трех компонент — объекта, атрибута и значения (аналогичных классической схеме «подлежащее — сказуемое — дополнение»). Каждому элементу данного триплета присваи-

вается идентификатор (URI), с помощью которого при указании одного из звеньев можно автоматически восстановить всю цепочку в целом. С помощью триплетов языка RDF могут формироваться сети из взаимосвязанных объектов. Поскольку RDF использует URI-идентификаторы для кодирования информации, каждое понятие будет привязано к единому определению, которое можно найти в Сети.

В RDF предусмотрен словарь терминов, называемый RDF-схемой. Он определяет, какие термины могут быть использованы в RDF-утверждениях о свойствах ресурсов, представляет иерархию понятий предметной области, описывает характеристики каждого из терминов.

Однако в структуре Семантического вэба существуют и более эффективные специальные средства — онтологии, предназначенные для приведения любых понятий к виду, пригодному для восприятия программами — электронными агентами.

## Онтологии

В философии онтологией называют теорию о природе бытия и видах сущностей. Онтологический уровень формализует накопленные знания, определяя и объединяя терминологию различных предметных областей.

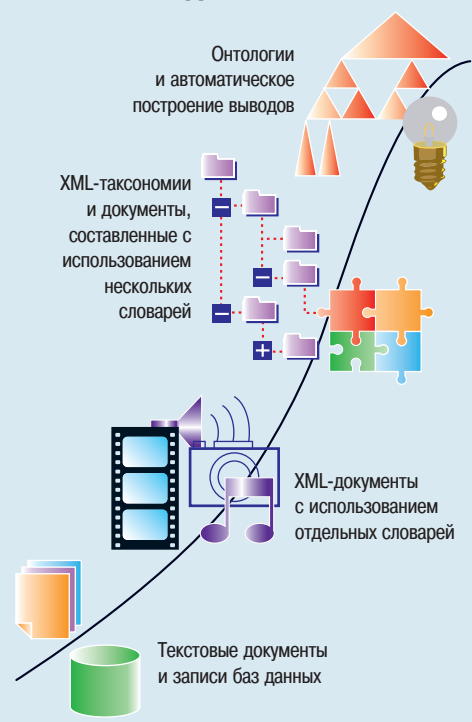
Онтологии получили достаточно широкое распространение в задачах представления знаний и инженерии знаний, семантической интеграции информационных ресурсов, информационного поиска и т. д. В науке об «искусственном интеллекте» онтология — это «спецификация концептуализации предметной области», упрощенно — документ или файл, формально задающий отношения между терминами. Это своего рода словарь понятий предметной области и совокупность явным образом выраженных предположений относительно смысла этих понятий.

Чаще всего онтология представляется как иерархия понятий, связанных отношениями некоторых определенных видов. Такое определение используется в различных классификациях. Развитые онтологии формализуются средствами языков логики и допускают возможности логического вывода. В простейшем случае онтологии можно ис-

пользовать для повышения точности поиска в Интернете — поисковая система будет выдавать только такие сайты, где упоминается в точности искомое понятие, а не произвольные страницы, в тексте которых встретилось заданное ключевое слово.

Общеизвестно, что одни и те же понятия могут быть представлены в различных предметных областях разными терминами. Механизм онтологий в этих случаях позволяет формировать осмысленные иерархические взаимосвязи между объектами, обобщать и совместно использовать глобальные сведения, то есть

## Прогресс представления данных



Развитие Семантического вэба приближает создание искусственного интеллекта

реализовать нечеткий поиск, способный находить даже такие необходимые пользователю ресурсы, в которых не будет ни одного слова из исходного запроса.

Предполагается, что «интеллектуальные» приложения будут использовать онтологии для того, чтобы получать в результате поиска информацию со связанной с ней структурой знаний и правилами вывода. Механизмы поиска могут применять онтологии и для выборки страниц с синтаксически различными, но семантически одинаковыми

словами. Онтологии также могут использоваться для организации обмена данными и интеграции программ.

Интеллектуальная программа, интерпретирующая онтологии, сможет вывести, например, что если Корнельский университет находится в Итаке, которая расположена в штате Нью-Йорк, который, в свою очередь, есть часть США, то адрес этого университета следует писать в американском формате.

Разработка языка описания структурированных онтологий OWL стала в последнее время одним из наиболее важных звеньев в работе над Семантическим вэбом, проводи-

держимым Сети из различных источников, смогут обрабатывать полученную информацию и обмениваться результатами с другими программами. Семантический вэб должен создать среду, в которой программные агенты, переходя со страницы на страницу, смогут без особого труда выполнять самые изощренные запросы пользователей. Под агентами в данном случае понимаются программы, работающие без непосредственного управления со стороны человека, собирающие, фильтрующие и обрабатывающие информацию, найденную в Сети, иногда путем взаимодействия с другими агентами.

Основные принципы функционирования автономных агентов заключаются в следующем:

- ✓ агент не имеет полной информации, необходимой для решения поставленной задачи;
- ✓ обрабатываемые данные распределены в сети;
- ✓ вычисления выполняются агентами асинхронно;
- ✓ взаимодействие агентов друг с другом и с человеком происходит на высоком семантическом уровне;
- ✓ отсутствует глобальный контроль за деятельностью всей системы агентов.

В Семантическом вэбе агенту вовсе не обязательно обладать искусственным интеллектом, необходимо просто реализовать четкий алгоритм при работе с базой онтологий. Предполагается, что вся семантика будет заложена в вэб-страницу автором, использующим стандартное программное обеспечение для написания страниц, а эффективность программных агентов будет расти по мере увеличения количества доступного для них вэб-контента и автоматизированных сервисов (включая других агентов). Жизненно важной функциональностью агентов в Семантическом вэбе станут и цифровые подписи, которые будут использоваться для подтверждения того, что информация предоставлена тем или иным источником.

### Обнаружение сервисов

В настоящее время существует множество автоматизированных вэб-сервисов, построенных без учета возможностей Семантического вэба. При этом автоматически обнаружить в Сети подобную программу далеко не просто. Гарантированное

обнаружение сервисов станет возможным лишь после того, как унифицированный язык станет широко распространенным. Он позволит описывать сервисы таким образом, чтобы соответствующие программные агенты могли «понимать», что позволяет делать данный сервис и как им пользоваться.

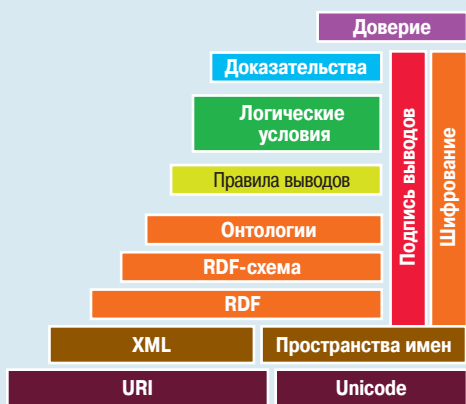
Технология обнаружения вэб-сервисов должна найти своих пользователей, например, в сфере малого бизнеса, где станет гораздо проще налаживать проведение платежных операций в области электронной коммерции и устанавливать большую степень защиты.

Вне Семантического вэба сегодня уже доступны некоторые схемы обнаружения сервисов. Например, Universal Plug and Play фирмы Microsoft решает проблему подключения различных типов устройств, а система Jini компании Sun Microsystems предназначена для соединения сервисов. Однако в Семантическом вэбе обнаружение сервисов должно быть более гибким — вэб-сервисы и агенты могут достичь «взаимопонимания» путем обмена онтологиями, содержащими необходимые для общения терминологические словари. Более того, агенты смогут, даже находя новые онтологии, совершенствовать свои алгоритмы. С помощью семантических механизмов также станет проще обнаруживать сервисы, которые лишь частично отвечают критерию поиска.

Идеология систем «интеллектуальных агентов» вполне укладывается в существующие сегодня технологии CORBA, EJB, .NET и др. Агенты создаются прежде всего на Java как наиболее распространенном языке сетевого программирования, к тому же не зависящем от платформы. Самый большой из известных открытых проектов по развитию Java-агентов — Cougaar ([cougaar.org/projects/cougaar/](http://cougaar.org/projects/cougaar/)), позволяет создавать масштабные распределенные интеллектуальные комплексы планирования действий, отличающиеся высокой устойчивостью при работе в быстро меняющихся сетевых условиях.

Таким образом, повысить ценность информации, которую можно найти в Интернете, реально с помощью сети, которая логически состоит не из разрозненных доку-

## Структура Семантического вэба



Высокое доверие к полученным данным обеспечивается на всех логических уровнях

мой консорциумом W3C. 10 февраля 2004 года W3C присвоил языку OWL статус рекомендованной к реализации технологии.

Формальная семантика OWL описывает, как получить логические выводы на основе онтологий, то есть получить факты, которые не представлены буквально, а следуют из семантики онтологий. Эти выводы могут базироваться на анализе одного документа или множества документов, распределенных в Сети. Последнее обеспечивается возможностью онтологий быть связанными, включая прямой импорт информации из других онтологий.

### Агенты

По словам Тима Бернерса-Ли, Семантический вэб заработает в полную силу после создания множества программ, которые, знакомясь с со-

ментов, а из описаний реальных объектов и их взаимоотношений с другими объектами.

## Настоящее и будущее

Уже сегодня практически все известные компании уровня IBM, Adobe или Sun Microsystems активно используют технологию Семантического вэба в своих продуктах для решения задач управления данными.

Компания Microsoft инвестирует сотни миллионов долларов в проект взаимодействующих сетевых ресурсов .NET, который отражает ее представление о ближайшем будущем Интернета. Создаваемая система позволяет проводить автоматизированный обмен сетевыми ресурсами между отдельными программами, приложениями, базами данных, пользователями, основываясь на XML как на ключевой технологии.

В Европе ведется проект, подобный Семантическому вэбу, называемый «Сеть знаний» (Knowledge Web) ([kw.dia.fi.upm.es/semanticportal/jsp/frames.jsp](http://kw.dia.fi.upm.es/semanticportal/jsp/frames.jsp)). Эта сеть ориентирована на нужды информационных технологий в промышленности, науке и образовании, а Семантический вэб (поддерживаемый и в Европе — SWAD-Europe, [www.w3.org/2001/sw/Europe/](http://www.w3.org/2001/sw/Europe/)) рассчитан преимущественно на электронную коммерцию и упрощение работы пользователей Интернета.

Не так давно в рамках идеологии Семантического вэба в School of Electronics & Computer Science (ECS) Университета Саутгемптона (США) была разработана система

mSpace. Ее программное обеспечение представляет собой набор мощных инструментов, позволяющих собирать данные из различных источников и организовывать информацию по категориям, что дает возможность пользователю свободно ориентироваться в ней.

Например, если в Google набрать «классическая музыка», то поисковик выдаст ссылки на сайты, так или иначе касающиеся классической музыки. Если же искать «классическую музыку» на mSpace, то будет выдан список композиций, которые можно тут же скачать. Другой пример: по запросу «Гарри Поттер» пользователь получит не просто набор ссылок, а отсортированный отчет, в котором часть ссылок будет лежать в графе «фильмы», другая часть — в колонке «книжки», а третья — в колонке «рецензии». Таким образом, Семантический вэб предоставит пользователю возможность выбирать, в каком направлении следует исследовать информацию, а не просто выдаст самую релевантную информацию по общему алгоритму.

Семантический вэб — это не новая сеть, а расширение и эволюция уже существующей, но при этом информация снабжена определенными комментариями, позволяющими человеку и программам успешно взаимодействовать. Он обещает вполне ощутимые преимущества в виде дополнительных сервисов. Навигация в Сети станет более осмысленной, а поиск — более точным. Пользователи сами смогут создавать страницы Семантического вэба, давать собственные определения и вводить новые

правила построения выводов, используя стандартное для этой сети программное обеспечение.

Сегодня происходит активная интеграция новых элементов Семантической сети в структуру традиционного вэба. Семантический вэб уже вполне готов к широкому внедрению в корпоративном секторе, он перерос границы чисто исследовательского проекта, все его основополагающие технологии становятся стандартами, а крупные участники рынка высоких технологий внедряют их в прикладные программы корпоративного уровня.

Может быть, благодаря Семантическому вэбу Интернет сможет выйти из намечающегося кризиса, связанного с «проблемой размерности». Появилась надежда, что компьютеры смогут обрабатывать данные в соответствии с их смыслом, следуя по гиперссылкам, ведущим к определениям ключевых терминов и правилам логических выводов. Полученная в результате инфраструктура даст отправную точку для разработки автоматизированных вэб-сервисов, интеллектуальных агентов. Ведь сама идея Семантического вэба основана на стремлении «научить» компьютерные программы, вэб-службы, роботов поисковых систем и агентов «осмысленно» оперировать той информацией, для которой они были созданы.

В настоящее время на Семантический вэб работает множество научных подразделений по всему миру, совершенствуя и разрабатывая новые протоколы, технологии, среды программирования, агенты, языки, пользовательские интерфейсы, методы распределенного поиска знаний. Прогнозируется, что работоспособная глобальная версия Семантической сети появится уже в этом десятилетии. О реальности этого прогноза свидетельствует публикация и утверждение консорциумом W3C в феврале 2004 года финальных версий двух основных спецификаций Семантического вэба. Это пересмотренная версия RDF (в нее добавлены описания тестов, позволяющие приложениям на разных языках программирования понимать друг друга, а также средства стыковки RDF и XML) и OWL.

Дмитрий Ландэ,  
[dwl@visti.net](mailto:dwl@visti.net)

ТЕЛЕКОМ-ИНФО

## Основные рекомендации W3C

Действующие рекомендации W3C, связанные с Семантическим вэбом:

- ✓ XML ([www.w3.org/XML](http://www.w3.org/XML)) обеспечивает синтаксис для структурированных документов, но не налагает никаких семантических ограничений на содержание этих документов;
- ✓ XML Schema ([www.w3.org/XML/Schema](http://www.w3.org/XML/Schema)) определяет структуру документов XML, а также дополняет XML конкретными типами данных;
- ✓ RDF ([www.w3.org/TR/2002/WD-rdf-concepts-20021108](http://www.w3.org/TR/2002/WD-rdf-concepts-20021108)) позволяет описать модель данных для ресурсов и отношения между ними, обеспечивает простую семантику для этой модели данных, представляя их в синтаксисе XML;
- ✓ RDF Schema ([www.w3.org/TR/2002/WD-rdf-schema-20021112](http://www.w3.org/TR/2002/WD-rdf-schema-20021112)) предоставляет средства для описания свойств и классов RDF-ресурсов, а также семантику для иерархий-обобщений таких свойств и классов;
- ✓ OWL ([www.w3.org/TR/owl-features/](http://www.w3.org/TR/owl-features/)) расширенные возможности описания свойств и классов.