

*Горячкин Борис Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва,*

*E-mail: [bsgor@mail.ru](mailto:bsgor@mail.ru)*

*Вдовкина Екатерина Дмитриевна, бакалавр, Московский государственный технический университет им Н. Э. Баумана, г. Москва,*

*E-mail: [yekaterina.vdovkina27@mail.ru](mailto:yekaterina.vdovkina27@mail.ru)*

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕРНЕТА: ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ПЕРЕХОДА К WEB 3.0**

**Аннотация:** В настоящей статье проанализирована обоснованность перехода Сети на поколение 3.0. Показана эволюция развития web, приведены специфические особенности web 2.0 и её развитой версии. Выделены основные принципы web 3.0, описана структура, реализованная на базе графовых моделей, которые формируются при помощи платформы описания ресурсов RDF и языка веб-онтологий (OWL). Сформированы методы распространения web 3.0, позволяющие рассматривать Сеть как семантические веб-технологии, интегрированные в крупномасштабные веб-приложения или обеспечивающие их работу.

**Ключевые слова:** Web 3.0, принципы web 3.0, семантическая сеть, децентрализация, RDF, RDFS, OWL, эволюция Сети.

**Annotation:** This article analyzes the validity of the transition of the Network to generation 3.0. The evolution of the development of the web is shown, the specific features of web 2.0 and its developed version are given. The basic principles of web 3.0 are highlighted, the structure implemented on the basis of graph models that are formed using the RDF resource description platform and the web ontology language (OWL) is described. The methods of web 3.0 distribution have been formed, which

allow us to consider the Network as semantic web technologies integrated into large-scale web applications or ensuring their operation.

**Key words:** Web 3.0, web 3.0 principles, semantic network, decentralization, RDF, RDFS, OWL, Network evolution.

## **Введение**

За историю своего существования Интернет претерпел качественные и количественные изменения, вызвал формирование современного образа жизни людей и создал совершенно новые способы взаимодействия в обществе. Путь развития Интернета определен в несколько итераций: от web 1.0 до активно развивающегося web 3.0. Существует несколько проблем, связанных с переходом на новое поколение Сети. К внешним относится продолжительная технологическая стагнация. Уникальный случай, когда готовность к переменам в обществе опередила технический прогресс. Из внутренних ярко выделяются наличие интернет-монополистов, которые имеют возможность навязывать правила, и серьёзная проблема конфиденциальности персональных данных. В связи с этим далеко не ясны специфические особенности зарождающейся Web 3.0, вектор ее развития, принципы, по которым она будет существовать, и стратегия перехода к следующему поколению Сети.

### **1. Эволюция развития web**

#### **1.1. Web 1.0.**

Датой создания интернета принято считать 1969 год. Именно тогда 29 октября 1969 года первые сообщения через ARPANET, из которой в итоге вырос современный Интернет, были отправлены из сетевого узла лаборатории вычислительной техники профессора Леонарда Клейнрока (Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе) на сетевой узел в Стэнфордском исследовательском институте. Однако распространённое использование технология получила приблизительно в 1991 году.

Интересно, что понятие веб 1.0 появилось уже после веб 2.0. Лишь в сравнении удалось понять и выделить особенности двух версий. Принято

считать, что первый этап развития продлился с 1991 по 2004 год. Всю концепцию web 1.0 можно описать двумя словами: «**read only**» или только для чтения. Пользователи имели возможность очень ограниченно взаимодействовать с контентом, в основном просматривать страницы с помощью гиперссылок. Не было таких понятий, как регистрация пользователя, авторизация и возможности создавать контент.

## **1.2. Web 2.0.**

Вторая итерация Интернета, или Web 2.0, породила возможности чтения, записи и публикации (*read and write*). Экспоненциальный рост Web 2.0 был вызван ключевыми инновациями, такими как ИПС (Информационно-поисковая система) с обратной связью (возможностью вносить коррективы в систему со стороны пользователей); экспертные системы и системы поддержки принятия решений; стремительное развитие социальных сетей, мессенджеров; элементы, подсистемы и системы искусственного интеллекта; многофункциональные и многоструктурные системы управления производством, бизнесом, процессом с использованием технологий анализа «больших данных» и некоторых других.

За реализацию платформ (серверов) для создания «Коллективного разума» взялись корпорации из проекта OpenSocial от Google, в который входят на данный момент более 15 крупнейших социальных сетей, а источником разума стали уже сами пользователи. Вместе с возможностью пользователя создавать контент появилось понятие «авторизация» в Сети и «аккаунт». Теперь, чтобы создать контакт, каждый участник Сети сообщает о себе определенную информацию, которая хранится на серверах. Проблема такого подхода в том, что весь контент, который пользователь публикует на том или ином сервере (посты, фото, видео и т. д.), в итоге принадлежит не автору, а владельцу сервера. Также пользователи стали добровольно оставлять свои данные взамен на удобство и возможность пользоваться ресурсами. Компании получили возможность зарабатывать на данных, продавая их рекламным агентствам. Создание корпоративной информационной культуры с возможностью предоставлять, устойчиво и надежно хранить данные прошло много итераций прежде, чем

достигло настоящего уровня.

В отличие от web 1.0 в web 2.0 появились социальные функции. Blogger и LiveJournal открыли эру платформ, когда любой пользователь мог загружать контент (включая видео и аудио), продавать товары и создавать сообщества. Вскоре последовали сайты социальных сетей, и доминирующими игроками стали Facebook, Twitter и YouTube.

### **1.3. Переходный период развития Сети**

За последние 20 лет социальные сети кардинально изменили способы взаимодействия людей. Значительная часть жизни общества перешла в формат online, что сформировало психологическую готовность человека к web 3.0. Данная ситуация привела к переломному моменту, когда переход к новой итерации Сети приостановлен (невозможен) по причине технологической стагнации развития компьютера, но не обусловлен человеческим фактором. На этой стадии развития web мы увеличиваем количество информационных сервисов и платформ в ущерб человеко-ориентированному взаимодействию. Человек не перестал быть «слабым звеном» и перераспределение функций в системе «человек-машина» направлено на интеллектуализацию интерфейса с все более набирающим силу машинным обучением.

Интернетом на данный момент правят рекомендательные алгоритмы. В интересах корпораций удерживать внимание пользователя на платформе, поэтому компании стремятся рекомендовать контент, персонализированный под интересы человека.

## **2. Web 3.0.**

В эпоху Web 2.0 Интернет использовался как средство для обеспечения связи между людьми, в то время как в Web 3.0 он используется для установления связей с информацией.

Поисковая система Web 3.0 не только ищет указанные ключевые слова, но и интерпретирует контекст, в котором они представлены [12]. Она может предоставить релевантные результаты наряду с некоторыми предложениями по поиску дополнительных данных. Web 3.0 также можно называть 'Интернет-

экосистемой'. Помимо удобочитаемой для человека части Интернета, для машин будут доступны сервисы, объединенные для предоставления пользователю услуг более высокого уровня. Идея выражается авторами в основных принципах Web 3.0:

**Децентрализованность** обеспечивается в виртуализированной форме, если владельцы дата-центров не имеют возможности узнать, что именно они хранят и обрабатывают. Эта концепция реализуется при полностью гомоморфном шифровании, которое позволяет выполнять вычисления по зашифрованным данным без их расшифровки.

**Адаптивность** (персонализация), осуществляется через применение ИИ и ML.

**Прозрачность.** ПО с открытым исходным кодом позволит полностью понять инструменты и то, как они взаимодействуют с пользователем.

**Вездесущность.** Переход к широкополосному интернету позволит использовать Интернет повсеместно.

**Логичность.** Применение технологии RDF графов и языка OWL позволит представить все данные в Сети в виде семантической паутины, что сделает возможным их обработку на уровне логики людей машинами.

**Безопасность.** Каждый из указанных выше принципов вносит свой вклад для обеспечения высокого уровня безопасности данных пользователя.

Реализация концепции строится на базе семантики и семиотики. Семантика относится к изучению смысла в общении, в то время как семиотика — это изучение знаковых процессов или интерпретации и общения знаков и символов, либо индивидуально, либо сгруппированных в знаковые системы. Он включает в себя изучение того, как смысл конструируется и понимается. Технология семантической паутины позволяет компьютеру интерпретировать информацию наравне с людьми, что обеспечивает высокую релевантность [1]. Ниже авторами приведено сравнение web 1.0, web 2.0 и web 3.0 [6]. (табл.1).

Табл. 1. Сравнение web 1.0, 2.0 и 3.0

	<b>Web 1.0</b>	<b>Web 2.0</b>	<b>Web 3.0</b>
<b>Communication (Общение)</b>	Broadcast (Трансляция)	Interactive (Взаимодействие)	Engaged (Вовлечение)
<b>Information (Информация)</b>	Read only (Только чтение)	Read and write (Чтение и запись)	AI processing- read and write (Обработка искусственного интеллекта - чтение и запись)
<b>Focus (Направленность)</b>	Organization (Организации)	Community (Сообщества)	Individual (Личность)
<b>Personal (Личное пространство пользователя)</b>	Home Pages (Домашняя страница)	Blogs (Сетевой дневник)	Web Passport (Сетевой паспорт)
<b>Content (Информационное наполнение)</b>	Ownership (Собственность)	Sharing (Совместное использование)	Protected sharing (Защищенное совместное использование)
<b>Interaction (Способ взаимодействия)</b>	Web Forms (Веб-формы)	Web Applications (сетевые приложения)	Web Ecosystem (Сетевая экосистема)
<b>Search (Способ поиска)</b>	Directories (Каталоги)	Keywords/Tags (Ключевые слова/Теги)	Semantic connections (семантические связи)
<b>Metrics (Показатели)</b>	Page Views (Просмотры страницы)	Cost Per Click (Стоимость за Клик)	Citations (Цитирования)
<b>Advertising (Реклама)</b>	Banners (Баннеры)	Interactive (взаимодействующая)	Dynamic selection (Динамический выбор)
<b>Research (Справочник)</b>	Britannica online (Энциклопедия)	Wikipedia (Энциклопедия редактируемая)	Semantic Web (Семантическая сеть)
<b>Technologies (Технологии)</b>	HTML/FTP	Flash/Java/XML	RDF/RDFS/OWL

Подход, основанный на семантике, имеет ряд преимуществ перед существующей версией Web. Во-первых, знания всех видов представляются в форме, понятной как людям, так и машинам. Во-вторых, различные формы языка, в которых выражаются знания, начинают быть взаимосвязанными и взаимозаменяемыми друг с другом [4]. В-третьих, когда знание кодируется в семантической форме, оно становится прозрачным и доступным в любое время для различных механизмов рассуждения.

### **3. Семантическая паутина как основа web 3.0**

Семантическая паутина - общедоступная глобальная семантическая сеть, формируемая на базе Всемирной паутины путём стандартизации представления

информации в виде, пригодном для машинной обработки. Для реализации, прежде всего, нужен базовый способ выражения информации, представленной в семантических моделях [11]. Таким образом является триплет (тройка) — синтаксическая структура, состоящая из трех элементов. С помощью таких триплетов можно выразить всю информацию, содержащуюся в любой семантической модели.

Существуют несколько «языков» для записи семантических моделей, основными из которых являются RDF/RDFS и OWL [5]. RDF/RDFS позволяют записывать простейшие факты об объектах, классах и свойствах. OWL описывает сложные взаимоотношения классов и свойств.

**Resource Description Framework (RDF).** Согласно графовой модели описания ресурсов RDF (Resource Description Framework) все утверждения должны иметь форму триплета «субъект — предикат — объект» [7; 9; 10]. За ресурсами RDF схемы закреплена семантика.

В своей работе Abuoda G. приводит пример формирования триплета. RDF — это стандартная модель данных W3C (World Wide Web Consortium), которая представляет информацию в виде набора утверждений (рис. 1).

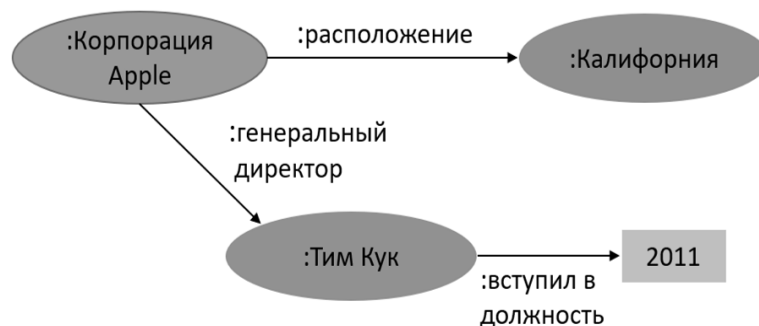


Рис. 1. RDF граф

Первые два оператора являются операторами свойств объекта. Первое утверждение описывает два ресурса, например: корпорация Apple и Калифорния, связанные предикатом и расположением. Второе утверждение указывает на то,

что Корпорация Apple указывает Тима Кука в качестве генерального директора. Последний оператор является оператором свойства типа данных, и он указывает, что Тим Кук имеет литерал "2011" в качестве значения предиката и вступил в должность [2].

На уровне модели RDF семантика появляется с помощью онтологий OWL (Ontology Web Language), благодаря которым компьютер может понимать, как известный ему ресурс или свойство связано с другим, неизвестным ему ресурсом или свойством соответственно и производить другие логические выводы над утверждениями RDF [3; 8]. Это прообраз структуры суждения. Структура суждения полностью соответствует формальной логике. Пример “фрактальной” архитектуры семантических веб-приложений с поддержкой поисковых систем динамического контента на основе RDF triple stores представлен на рис. 2. Поисковые системы динамического контента, поддерживаемые хранилищами RDF triple stores, выступают как производители, так и потребители “семантических” данных.

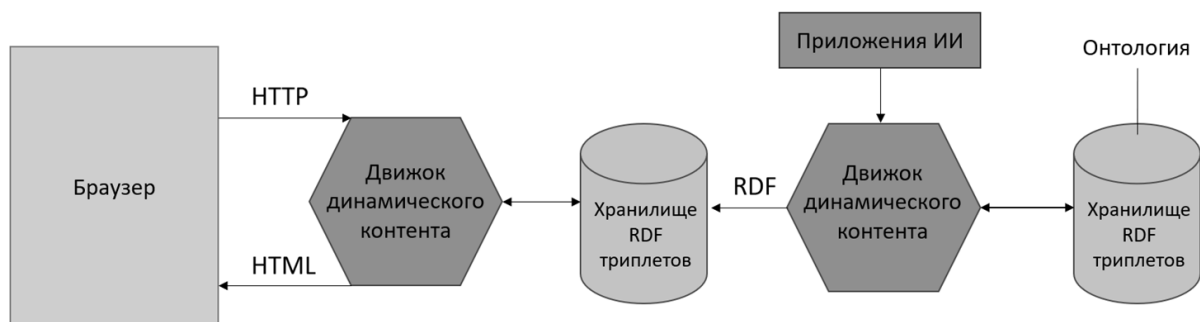


Рис. 2. “Фрактальная” архитектура семантических веб-приложений.

## Заключение

Семантическая паутина (Web 3.0) обещает “организовать мировую информацию” значительно более логичным образом, чем это когда-либо было возможно. «Логичным образом» с точки зрения машинного понимания, но на основе естественного языка. Такой подход реализуется созданием семантической сети, которая требует использования декларативного



онтологического языка для создания специфичных для предметной области онтологий, которые машины могут использовать для анализа информации и формирования уникальных выводов.

### **Библиографический список:**

1. J. Hendler, "Web 3.0 Emerging," in *Computer*, vol. 42, no. 1, pp. 111-113, Jan. 2009, doi: 10.1109/MC.2009.30.
2. Abuoda G. et al. Transforming RDF-star to Property Graphs: A Preliminary Analysis of Transformation Approaches--extended version //arXiv preprint arXiv:2210.05781. – 2022.
3. Lassila O., Hendler J. Embracing" Web 3.0" //IEEE Internet computing. – 2007. – Т. 11. – №. 3. – С. 90-93.
4. Prabhu D. Application of web 2.0 and web 3.0: an overview. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017.
5. Mishra D. S. et al. Natural language query formalization to SPARQL for querying knowledge bases using Rasa //Progress in Artificial Intelligence. – 2022. – Т. 11. – №. 3. – С. 193-206.
6. What is web 2.0. – " O'Reilly Media, Inc.", 2009.
7. V. Chernenkiy et al., "Using the metagraph approach for addressing RDF knowledge representation limitations," 2017 Internet Technologies and Applications (ITA), 2017, pp. 47-52, doi: 10.1109/ITECHA.2017.8101909.
8. Bobe, A., Konyshv, D., Vorotnikov, S. (2017). Emotion Recognition System for Human-Robot Interface: Comparison of Two Approaches. In: Ronzhin, A., Rigoll, G., Meshcheryakov, R. (eds) Interactive Collaborative Robotics. ICR 2017. Lecture Notes in Computer Science(), vol 10459. Springer, Cham.
9. G. S. Plesniewicz, D. E. Masherov, Nguen Thi Min Vu and A. B. Karabekov, "'Binary Knowledge Model': Specifying, instantiating, and interpreting advanced ontologies," 2015 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2015, pp. 314-318, doi: 10.1109/ICAICT.2015.7338570.

10. Kurbatov, S., Fominykh, I., Vorobyev, A. (2021). Cognitive Patterns for Semantic Presentation of Natural-Language Descriptions of Well-Formalizable Problems. In: Kovalev, S.M., Kuznetsov, S.O., Panov, A.I. (eds) Artificial Intelligence. RCAI 2021. Lecture Notes in Computer Science(), vol 12948. Springer, Cham.
11. Plesniewicz, Gerald and Karabekov, Baurzhan. "Specifying temporal knowledge for workflows ontologies" Open Computer Science, vol. 6, no. 1, 2016, pp. 226-231.
12. Fuchs, C.; Hofkirchner, W.; Schafranek, M.; Raffl, C.; Sandoval, M.; Bichler, R. Theoretical Foundations of the Web: Cognition, Communication, and Co-Operation. Towards an Understanding of Web 1.0, 2.0, 3.0. *Future Internet* 2010, 2, 41-59.