

Глава 4

Экосистема Интернета

Принцип постоянного изменения — возможно, единственный принцип Интернета, который должен существовать бесконечно.

RFC 1958, июнь 1996 г.

История Интернета началась с четырех соединенных суперкомпьютеров — а сегодня Интернет объединил 2/3 населения мира. По данным Statista² на ноябрь 2023 года 5.35 миллиарда пользователей имели доступ к Интернету. В начале 2024 года Google.com насчитывал 175 миллиардов посещений ежемесячно, ежедневно передавалось 100 миллиардов сообщений WhatsApp, просматривалось пять миллиардов видеоклипов YouTube, куда каждую минуту закачивалось 500 часов нового видеоматериала! Эти факты с большими числами можно перечислять долго, и многие из них поражают воображение³. Я еще не закончил эту главу, а цифры уже устарели... Как долго существующая инфраструктура и технологии смогут поддерживать подобный рост? Сегодня Сеть обеспечивает передачу данных не только между оконечными устройствами, но и между облаками — распределенными виртуальными вычислительными и информационными ресурсами. Да и сами информационные

¹ RFC 1958: Architectural Principles of the Internet, URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1958>

² <https://www.statista.com/statistics/273018/number-of-internet-users-worldwide/>

³ <https://www.internetlivestats.com>

потоки все больше являются не результатом действий пользователя, а иницируются «умными объектами», которыми завтра могут стать сегодняшние лампочка и выключатель, термометр и распределительный щиток. Являются ли эти технологии по-прежнему Интернетом или это на самом деле использование проверенных технологий в другом контексте?

Фундамент Сети, неотделимой от нашей сегодняшней жизни, доказал свою необыкновенную жизнеспособность и инновационный потенциал. Хотя эта платформа обладает удивительными генерирующими свойствами, сама она является чрезвычайно консервативной — внедрение изменений в глобальном масштабе требует колоссальных усилий. На более высоком уровне мы наблюдаем образование новой генерирующей платформы, основанной на веб-технологиях и протоколе HTTP. Означает ли это ограничение конкуренции в Интернете в целом и относительное уменьшение инноваций в процессе развития Сети?

Наконец, социально-политические и экономические требования вносят изменения в технократическую модель Сети на уровне отдельного сегмента, страны или региона. Проблема в том, что предлагаемые решения не наносят видимого ущерба, позволяя добиться краткосрочного и кратковременного решения проблемы. Тем не менее, многие из таких «решений» вносят необратимые и «односторонние» изменения в основные строительные блоки Интернета, вызывая, возможно, долгосрочные проблемы. Не пора ли международному сообществу задуматься не только об «управлении», но и о защите этой уникальной платформы, подобно глобальной экологии и климату?

Давайте взглянем на экосистему Интернета более внимательно.

Открытая архитектура Интернета как основа независимой эволюции

В рамках 81-й конференции IETF в июле 2011 года была организована дискуссия «Эволюция Интернета: где находится «там» и как отсюда туда попасть?»⁴. Участники дискуссии — Бернард Абоба (Bernard Aboba, Microsoft), Марк Хэндли (Mark Handley, University College London) и Джеф Хьюстон (Geoff Huston, APNIC) — предложили свое видение траектории развития Сети. Хотя во многом их точки зрения различались, они были единогласны в одном: архитектурная чистота Сети, которая, по мнению многих, явилась основным фактором информационной революции Интернета, отчасти утрачена — и, возможно, безвозвратно. Тем не менее, с точки зрения пользователя, бум Интернета только набирает обороты: каждый день открываются новые возможности использования Сети, нас не перестают удивлять новые приложения.

⁴ <https://www.ietf.org/proceedings/81/index.html>

Что же это — начало заката, еще не видимого простому наблюдателю, или новый виток развития этой экосистемы, основанный на принципах, отличных от родоначальных?

Не претендуя на знание ответа на этот вопрос, давайте попробуем взглянуть на эволюцию Интернета более подробно.

Генерирующие платформы

Информационная революция, свидетелями которой мы являемся, вряд ли была бы возможна без двух основных ингредиентов. Они появились в нашем мире примерно одновременно. Один из них — Интернет, другой — персональный компьютер, или ПК.

Несмотря на различия, Интернет и ПК объединяет одно важное качество: обе эти технологии являются генерирующими платформами.

Если мы взглянем на традиционную телефонную сеть, то увидим: набор услуг, предлагаемый абонентам, за более чем вековую историю изменился на удивление незначительно. Безусловно, архитектура, технологии и производительность изменились колоссально, но все это происходило «за кулисами», для поддержки основной услуги — голосовой связи между двумя абонентами. Голосовая почта, ожидание, высвечивание номера абонента, телеконференция — вот, пожалуй, и все видимые усовершенствования, ставшие доступными пользователям. Все усовершенствования разрабатывались и внедрялись «сверху вниз» телефонной компанией, которая до недавнего времени в большинстве стран являлась государственной монополией. Инновации вне ее контроля были невозможны, и всякие попытки пресекались.

Интернет и ПК оказались полной противоположностью такой среды. Вот что пишет в своей книге «Будущее Интернета и как его остановить»⁵ Джонатан Зиттрейн (Jonathan Zittrain): «ПК стал революционным продуктом, потому что он притягивал инновации со стороны. То же самое можно сказать и об Интернете. Обе системы являлись генерирующими: они принимали любое нововведение, которое следовало базовому набору правил (либо было разработано для определенной операционной системы, либо работало на базе протоколов Интернета). <...> Другими словами, на компьютере могли выполняться программы, которых еще не существовало на момент его покупки. Производители ПК продавали потенциальную функциональность». Так же и в случае с Интернетом: задачей создания Сети являлось не предоставление определенного набора информационных услуг, а обеспечение глобальной связности. Выбор конкретных приложений входил в задачу самих пользователей, сеть лишь предоставляла услугу передачи данных между узлами.

⁵ Jonathan Zittrain, The Future of the Internet — And How to Stop It, <http://futureoftheinternet.org>

Другими словами, так же, как ПК явился компьютером общего назначения с колоссальным инновационным потенциалом (в отличие от специализированных устройств), так и Интернет стал сетью общего назначения — и позволил пользователям самим определять, как и для чего она им нужна.

Передача данных — фундаментальная услуга Сети, которая сама по себе не является чем-то сверхъестественным. Но в ней нашел отражение один из основополагающих архитектурных принципов Интернета — принцип прозрачности, или end-to-end principle. Суть его в том, что большая часть функциональности реализована в оконечных устройствах — подключенных к сети компьютерах, — а не в самой сети. Сеть должна предоставлять только универсальные и нейтральные услуги, а именно — маршрутизацию и передачу пакетов данных в режиме «best effort». Сеть не дает никаких гарантий относительно параметров качества передачи и даже не гарантирует, что данные дойдут до адресата — поддержка «надежности» передачи остается за оконечными устройствами и приложениями.

Принцип прозрачности существенно упростил сетевую архитектуру, а также не позволил Сети обрести специализацию, что усложнило бы ее применение для других, пока неизвестных задач. Благодаря этому принципу, соответствующей ему архитектуре Интернета, а также открытости стандартов, на которых построена вся система, входной порог участия был (и пока остается) чрезвычайно низким, а пользователи являются «вкладчиками», привнося в Сеть свои инновационные разработки.

На самом деле это единственный архитектурный подход, который может работать в Интернете. Ведь сама Сеть образована из нескоординированной связности разнородных сетей, каждая — со своими параметрами производительности, технологиями и решаемыми задачами. Взаимоотношения между сетями в большинстве сводятся к одному из двух — отношения пиров или предоставление транзита. В редких случаях эти договоренности включают нечто большее, чем «маршрутизацию и передачу пакетов данных в режиме best effort». Универсально обязательным является только использование протоколов Интернета.

События, повлиявшие на эволюцию Интернета

Инновация инновации рознь. В своей книге «Дилемма инноватора» Клейтон Кристенсен (Clayton M. Christensen. The Innovator's Dilemma) определил два типа инноваций: поддерживающую и разрушительную.

К первой группе относятся технологические нововведения, которые хорошо вписываются в существующую траекторию развития индустрии. Такие инновации позволяют ведущим компаниям повышать эффективность своей деятельности. Ко второй группе относятся нововведения, многие из которых не имеют смысла и не соответствуют сегодняшним потребностям людей. Как правило, они остаются полуреализованными идеями — или сразу оказываются

в мусорном ведре. Но их малая толика все-таки подхватывается рынком, позволяя нам делать вещи не лучше или эффективнее, а по-другому.

Благодаря своим принципам Интернет — плодородная почва для разрушительных, или революционных, инноваций. Низкий барьер входа, независимое соиздание без необходимости получения разрешений, простота распределения услуги или продукта и непосредственный доступ к сотням миллионов пользователей — все эти факторы явились решающими в удивительно стремительном развитии Интернета.

На протяжении истории Интернета можно отметить несколько вех, в значительной степени определивших его дальнейшее развитие.

Электронная почта

История глобальной электронной почты, какой мы ее знаем сегодня, начинается с ранних дней ARPANET. Вообще-то электронная почта появилась еще до возникновения Интернета и служила для обмена сообщениями между локальными пользователями компьютера (ПК тогда еще не существовало). Услуга обмена документами и сообщениями между пользователями Сети оказалась настолько востребованной, что электронная почта явилась одним из ключевых приложений, стимулировавших развитие раннего Интернета. Эта услуга была впервые документирована в спецификации RFC 561⁶ в 1973 году, более чем за 10 лет до создания IETF. В 1980-е гг. электронная почта являлась основной глобальной услугой Сети, обеспечивая передачу ASCII-сообщений.

Несмотря на многообразие сегодняшних возможностей обмена информацией, электронная почта по-прежнему является одним из основных приложений в арсенале пользователя Интернета.

Коммутация пакетов

Ранние разработки технологии коммутации пакетов появились в начале 1960-х независимо в нескольких исследовательских центрах США и Великобритании. Основным ее преимуществом перед традиционной технологией коммутации каналов являлась простота и более эффективное использование канальной пропускной способности. В сетях коммутации каналов для передачи данных необходимо сначала установить соединение, и в создании и управлении соединением участвуют все узлы сети на пути предполагаемого потока данных. От сети коммутации пакетов не требуется запоминать состояние различных потоков данных, проходящих через нее. Все, что требуется от узлов в соответствии с их знанием топологии сети, — это принимать и передавать другим узлам пакеты: фрагменты данных определенного объема, заключенные в своего рода конверты с адресами отправителя и получателя.

⁶ RFC 561: Standardizing Network Mail Headers,
URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc561>

Эта технология была выбрана в качестве технологии передачи данных в сети ARPANET, где она получила дальнейшее усовершенствование. Помимо технических преимуществ, данная технология потребовала построения сети с узлами коммутации, отдельной от существовавших телефонных сетей. Все, что требовалось Интернету от телефонных компаний, — предоставление каналов связи. Более того, в сетях коммутации каналов оплата обычно производилась повременно, даже если никаких данных не передавалось, что тоже не соответствовало характеру работы Интернета.

Как следствие, Интернет развивался независимо от телефонных сетей и телефонных компаний. Впрочем, с ними в прошлом веке строители Интернета временами вели острую борьбу за независимость.

Сеть сетей

По мере роста ARPANET потребовался переход от монолитной сети к менее централизованной топологии, включавшей опорную сеть NSFNET и подключенные к ней региональные сети. Дальнейшее развитие привело к созданию нескольких опорных сетей — региональных точек обмена трафиком. Региональные сети также могли взаимодействовать между собой как пиры. Разработанный для поддержки новой архитектуры протокол маршрутизации BGP (Border Gateway Protocol) явился основополагающим для дальнейшего развития Интернета как сети сетей. Текущая версия протокола — 4, она была внедрена в 1994 году, и это последнее существенное изменение в системе маршрутизации Интернета.

Гипертекст и WWW

Электронная почта и telnet (виртуальный терминал) стали первыми приложениями, определившими популярность Интернета. Однако по мере роста информационных ресурсов Интернета обострилась необходимость организации информации в Сети. Разрабатывалось все больше приложений, таких как Archie, WAIS, Gopher, которые позволяли искать и каталогизировать информацию. Но всех победил WWW (World Wide Web), основанный на языке создания документов HTML и протоколе HTTP.

Всемирная паутина стала успешной во многом потому, что WWW не требовал определенной структуры взаимосвязи между ресурсами, как, например, Gopher, и поэтому более соответствовал самоорганизационному характеру Интернета. Другим критическим фактором успеха явилось появление в 1993 году браузера Mosaic с графическим пользовательским интерфейсом. Он придал стиль и цвет документам и, по существу, открыл мир мультимедиа для пользователей Сети.

Либерализация рынка телекоммуникаций

Конец 1990-х был отмечен существенными изменениями в телекоммуникационном рынке ряда ведущих стран, в первую очередь США и Европы. Эти перемены положили конец монопольной позиции национальных телекомов.

В 1996 году в США был принят Телекоммуникационный Акт, целью которого было создание условий для доступа новых компаний на рынок и справедливой конкуренции между ними. В Европейском союзе либерализация телекоммуникационных услуг была в основном завершена к началу 1998 года. Изменилась и задача государственного регулирования — теперь она была направлена в сторону защиты прав пользователя и предотвращения нечестной конкуренции.

Результатом явилось существенное снижение цен, особенно на международные каналы, а также появление новых игроков и услуг, в частности, на рынке канальной емкости.

Мыльный пузырь Дот-ком

Период между 1995 и 2000 гг. ознаменовался необыкновенным расцветом бизнеса и ростом числа компаний в секторе информационных технологий. В соответствии с самой популярной теорией того времени, получившей название GBF (Get Big Fast — «вырасти как можно скорее»), развитие и выживание компании зависело от максимально быстрого расширения базы ее пользователей, даже если бизнес приносил значительные убытки. Например, Google и Amazon, а также многие тысячи других компаний работали в убыток в течение нескольких лет после появления на рынке. На пике бума, чтобы успешно войти на рынок и создать значительный капитал на бирже, требовался не столько бизнес-план или предложение востребованных услуг, сколько суффикс .com в названии компании (отсюда и название «Дот-ком»). Несмотря на отсутствие прибыли, компании росли в цене, поскольку росли цены на акции. Биржевая пирамида рухнула в начале 2000 года, оставив тысячи потенциальных миллионеров с пустыми руками. Вместе с мыльным пузырем пропали и многие «стартапы».

Однако этому периоду сопутствовал небывалый уровень практически неограниченных инноваций, стимулировавший реальные прорывы в области информационных технологий. Многие сегодняшние гиганты, определяющие лицо индустрии, родились на волне .com. Изменилась и бизнес-модель многих компаний, предоставляющих информационные услуги. Предпочтительным стало бесплатное предоставление самих услуг, так любимое пользователями Интернета, и получение прибыли от рекламы и вторичных сервисов, например, технической поддержки.

Поисковые машины

Попытки организовать информацию в Интернете делались еще до появления веба. Уже упоминавшиеся Archie, WAIS и Gopher являлись навигационными маяками для блуждающих в лабиринтах Сети.

По мере роста WWW росло и число поисковых машин, отслеживающих каждое изменение в веб-пространстве. В первые годы индексировались только заголовки веб-страниц, но в 1994 году наконец-то появилась первая

полнотекстовая машина – WebCrawler. За ней последовали другие – Lycos, Magellan, Excite, Infoseek, Inktomi, Northern Light, AltaVista и Yahoo!. Начиная с 1998 года стремительную популярность обретает Google, во многом благодаря своим алгоритмам индексирования контента, позволяющим получать наиболее точные ответы.

Поисковые машины, многие из которых выросли на плодородной почве .com, открыли новые горизонты использования Интернета, превратив хаос экспоненциально растущих информационных ресурсов в уникальную базу знаний человечества.

Мобильный Интернет

Первым мобильным телефоном с доступом в Интернет был Nokia 9000 Communicator, появившийся на рынке в 1996 году. Но немедленного революционного скачка в использовании Интернета не случилось. Виной тому стали относительно низкие скорости мобильной связи, высокие цены и отсутствие контента и услуг, специально спроектированных для использования на мобильных устройствах малого размера.

Зато революция началась в 2007 году, когда Стив Джобс (Steve Jobs) объявил о начале продаж фирмой Apple мобильного смартфона – iPhone. Обязательный безлимитный тариф на передачу данных, онлайн-магазин приложений App Store, уже хорошо знакомый пользователям компьютеров Apple и с самого начала предлагающий широкий выбор приложений, – все это определило новый стандарт работы в Интернете.

iPhone явился первым элегантным и интуитивным интерфейсом Интернета, сделав его доступным небывало широкому кругу пользователей. Но что еще более важно, каждый владелец iPhone получил свой Интернет, доступный в любое время и в любом месте. За Apple последовали и другие.

Сегодня, чтобы узнать прогноз погоды, мы нажимаем на «солнечную» пиктограмму, а не набираем адрес сайта метеослужбы. iPhone и его конкуренты изменили характер нашего взаимодействия со многими мобильными приложениями Интернета – благодаря сервисам геолокации, возможности свободно обращаться к ресурсам Сети и простоте использования.

Динамика инноваций

Прежде чем продолжить разговор о динамике инноваций в Интернете, давайте кратко остановимся на архитектуре протоколов. Традиционно она представлена четырехуровневой моделью (рис. 70).

Эта модель Интернета основана на протоколах TCP/IP и состоит из четырех уровней: канальный, сетевой, транспортный и уровень приложений. Кратко приведем их основные характеристики.

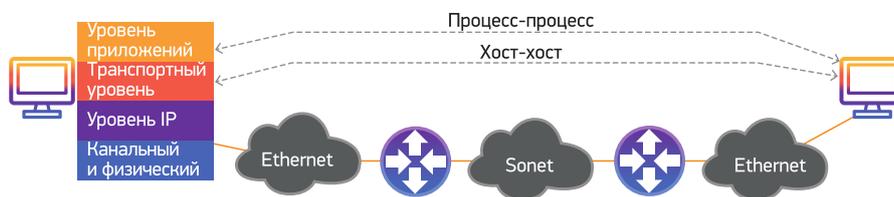


Рис. 70. Сетевая модель Интернета и принцип прозрачности на уровне транспорта (хост-хост) и приложений (процесс-процесс).

- **Канальный уровень** включает технологии и протоколы передачи данных в физической и локальной сети. Этому уровню принадлежат такие технологии, как Ethernet, Frame Relay, ATM, MPLS.

В модели TCP/IP в этот уровень также включены стандарты кодирования и передачи сигналов в физической сети — оптическое волокно, радиосигнал и т.п.
- **Сетевой уровень** определяет передачу данных между локальными сетями, обеспечивая создание интерсетей, или собственно Интернета. Этот уровень является глобальным и универсальным — именно на сетевом уровне каждое устройство, непосредственно подключенное к Интернету, взаимодействует с другими устройствами. Технология построения различных сетей, составляющих Интернет, может быть различна, так же, как и приложения и услуги, предоставляемые в этих сетях. Однако протокол IP — основной протокол сетевого уровня — является общим знаменателем, определяющим Интернет, по крайней мере сегодня.
- Услугами протоколов **транспортного уровня** пользуются приложения, расположенные на различных хостах. Эти протоколы обеспечивают сквозную связность между хостами, а также дополнительные функции, такие как мультиплексирование виртуальных каналов, гарантированную безошибочную передачу данных, контроль пропускной способности и т.п. Основными протоколами этого уровня являются TCP и UDP. Первый из них обеспечивает обмен данными между приложениями с созданием виртуального соединения, а UDP — обмен «дейтаграммами» без создания соединения.
- **Уровень приложений**, или прикладной уровень, содержит протоколы обмена данными между приложениями, или процессами. Вот лишь некоторые наиболее значимые приложения, использующие протоколы этого уровня:

 - электронная почта: SMTP, POP, IMAP;
 - передача файлов: FTP, TFTP;
 - коллаборативные веб-платформы: HTTP, WebDAV;
 - голосовая связь: SIP;
 - обмен сообщениями: XMPP;
 - инфраструктурные приложения: DNS, DHCP, TLS/SSL.

Как видно из рис. 70, принцип прозрачности осуществляется на транспортном уровне и уровне приложений, в то время как функциональность Сети

ограничена сетевым и канальным уровнем. Интернет является открытой и генерирующей платформой во многом благодаря этой уровневой модели протоколов и принципу прозрачности.

Как заметил Тим Бернерс-Ли (Tim Berners-Lee), создатель Всемирной паутины, «я запустил сервер на одном компьютере, набрал url в браузере на другом компьютере, и браузер сделал запрос в DNS — систему, которая уже существовала долгое время, — и браузер создал соединение с сервером, используя протокол TCP, который также существовал уже много-много лет, и все это заработало, потому что [Интернет] является открытой платформой — надежной, но безразличной по отношению к приложениям, которые ее используют. И я смог создать и запустить эти программы, не спрашивая разрешения у разработчиков [TCP/IP или DNS] или у какой-нибудь организации».

Конкуренция протоколов

Как уже отмечалось, протокол IP (IPv4 и IPv6) является общим знаменателем всех устройств, подключенных к Интернету.

Пользовательские компьютеры различаются набором приложений и могут использовать различные протоколы этого уровня. Например, кто-то ограничится веб-серфингом (протокол HTTP), в то время как другой пользователь активно пользуется системами мгновенного обмена сообщениями (протоколы XMPP, SIP и др.). Некоторые специализированные устройства могут задействовать только протокол UDP на транспортном уровне.

Так же велико разнообразие используемых протоколов на уровнях ниже IP. Сегменты Сети могут использовать различные технологии — беспроводную связь, Ethernet, соединения «точка-точка». Их функциональность реализуется с помощью различных физических носителей — витая пара, радио, оптическое волокно.

Если расположить протоколы Интернета на соответствующих уровнях, то диаграмма напомнит песочные часы — шейкой которых является протокол IP (рис. 71).

Обратите внимание, как существенно различается количество протоколов на разных «слоях» диаграммы. Это различие отражает и разницу в степени возможных инноваций. По мере удаления от шейки песочных часов инновационный потенциал растет. Изменения на уровне приложений наиболее впечатляющи — каждый день появляются новые приложения, и в некоторых случаях это связано с появлением новых протоколов.

На канальном и физическом уровне, в свою очередь, инновации направлены на увеличение пропускной способности и качества сегментов Сети.

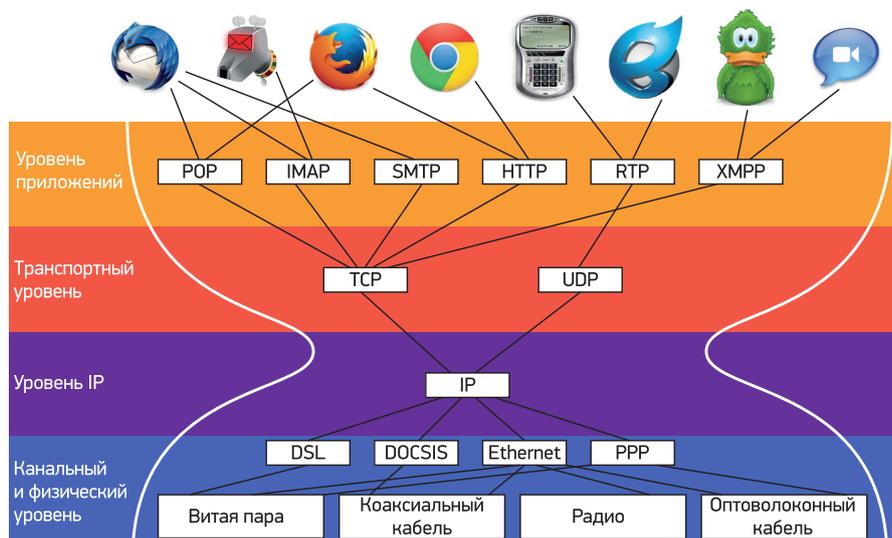


Рис. 71. «Песочные часы» стека протоколов Интернета.

Основной протокол этого уровня, IPv4, в 2020 году справил свое 40-летие! Его основной конкурент, IPv6, пока так и не занял доминирующей позиции, несмотря на многолетние усилия со стороны технического сообщества, производителей оборудования, государства и других по его внедрению.

Исследователи из Института технологии штата Джорджия (Georgia Institute of Technology) на основе численного моделирования показали, что форма стека в виде песочных часов не случайна и является результатом естественной эволюции. Используя уровневую модель, построенную на нескольких принципах взаимодействия протоколов, исследователи анализировали процесс выживаемости протокола и, как следствие, формирование определенного стека протоколов⁷.

Суть модели, которую они назвали EvoArch, заключается в том, что каждый протокол зависит от услуг нескольких протоколов нижнего уровня и предоставляет услуги одному или более протоколам уровнем выше. Последнее определяет уровень «генеральности» протокола. Чем выше «генеральность» или, другими словами, чем более универсальные услуги предоставляет протокол, тем статистически больше протоколов верхнего уровня пользуются его услугами.

Чем больше протоколов используют функциональность данного протокола, тем выше его ценность. Если услуги протоколов одного уровня значительно пересекаются, эти протоколы начинают конкурировать и выигрывает протокол с большей ценностью.

⁷ <https://phys.org/news/2011-08-internet-architecture-hourglass-future.html>

Абстрактное моделирование стека различных протоколов показало, что через несколько итераций стек принимает форму песочных часов. Слабая конкуренция протоколов верхнего уровня (и, как следствие, низкая смертность) объясняется их специализацией — пересечение функциональности двух протоколов на этом уровне относительно невелико. Протоколы нижнего уровня, как правило, имеют одних и тех же потребителей услуг, но, поскольку их ценность также примерно одинакова, конкуренция и смертность и здесь невелики. Конкуренция максимальна в районе шейки часов, что приводит к выживанию значительно меньшего числа протоколов.

Этим, кстати, можно объяснить сложность внедрения нового протокола на этом уровне — неравенство в ценности настолько велико, что шансов на выживание у новичка практически нет. Реальный пример — процесс внедрения протокола IPv6, который продвигается, хотя и очень медленно, благодаря стратегической необходимости и значительным усилиям по его пропаганде, а не в результате естественной конкуренции с IPv4.

Интересно заметить, что в процессе эволюции протоколов шейка часов распространяется на протоколы более высокого уровня, например на транспортные протоколы и даже на протоколы уровня приложений. К примеру, популярность веб-технологий делает протокол HTTP универсальным и очень конкурентоспособным, а выживание других, более специализированных протоколов, проблематичным. Протокол HTTP является реальным кандидатом на новую шейку песочных часов Интернета.

Эти процессы могут иметь далеко идущие архитектурные последствия как для Интернета, так и для пользовательских устройств. Во-первых, принцип прозрачности теперь применяется на уровне HTTP, требуя от Сети лишь надежной передачи веб-трафика и не нуждаясь в более универсальных услугах. Не секрет, что сегодня протокол HTTP имеет наилучшие шансы прохождения через экраны, фильтры и другие устройства, разъедающие принцип прозрачности на уровне IP. Другими словами, веб становится новой генерирующей платформой. А браузер — новой операционной системой для интернет-терминала, в который превратится ПК.

Взгляд в будущее

Предвидение будущего Интернета — задача почти невозможная именно благодаря непредсказуемости «мутаций» этой экосистемы. Однако имеет смысл взглянуть на ряд сегодняшних тенденций, подчас противодействующих друг другу, которые оказывают влияние на будущее развитие Интернета.

Свободное развитие и регулирование

Развитие Интернета сопровождалось ростом и самоорганизацией международного технического сообщества для координирования деятельности, имеющей глобальный характер. Например, распределение адресного пространства или разработка интернет-стандартов производится организациями, деятельность которых основана

на принципах саморегулирования. Хотя функции такого рода традиционно выполнялись под контролем государства-регулятора, а для глобальных вопросов — в рамках межправительственных организаций, ни региональные интернет-регистратуры⁸, ни IETF⁹, ни ICANN¹⁰ не имеют такого статуса.

Интернет стремительно развивался и благодаря этому оставался «гадким утенком» для традиционных государственных институтов. К тому же во многих странах происходили существенные преобразования по либерализации и дерегулированию рынка телекоммуникаций. Все это привело к тому, что «регулирование» по большей части обошло Интернет стороной, что, безусловно, способствовало его развитию как генерирующей платформы.

Но генерирующие технологии сами по себе не несут социального прогресса. Они стимулируют мутации в эволюционном процессе развития, изменяя статус кво. Как и в любом эволюционном процессе, часть этих мутаций являются тупиковыми путями, часть же вызывают долгосрочные изменения, как хорошие, так и плохие. Интернет сегодня — это, с одной стороны, доступ к уникальной кладовой информации и невиданная до сих пор социально-информационная связность людей, а с другой — спам, вирусы, атаки на информационные ресурсы и инфраструктуру, нарушение интеллектуальных прав. Как уменьшить негативные явления, не заблокировав в то же время креативный и экономический потенциал Интернета? Ведь и хорошее, и плохое развиваются на одной и той же технологической платформе.

В то же время все острее встают вопросы использования и регулирования Интернета, которые сегодня связаны с вопросами национальной безопасности, борьбы с киберпреступностью и терроризмом, защиты интеллектуальных прав. Решение этих вопросов, несмотря на их остроту, требует обдуманного и зачастую деликатного подхода. Многие «традиционные» решения, перенесенные на интернет-почву, не только малоэффективны или просто не работают, но находятся в конфликте и разрушают основные принципы Интернета. А поскольку многие явления в Интернете не знают границ, изменения на региональном уровне имеют глобальные последствия.

Но проблемы и предлагаемые решения могут носить и чисто экономический характер. Возьмем для примера «оптимизацию» трафика в сетях доступа для повышения качества услуги или предотвращения монополизации ресурсов определенными приложениями. Как вариант, трафик реального времени получает преимущество по отношению к веб-трафику. Или, при более агрессивном сценарии, оператор навязывает пользователям свои предпочтения по отношению к информационным ресурсам, например, к собственной поисковой машине, или блокирует использование определенных приложений, например, Skype или BitTorrent.

⁸ <https://www.nro.net>

⁹ <https://www.ietf.org>

¹⁰ <https://www.icann.org>

Решения такого рода, помимо того, что ограничивают свободу выбора, еще и разрушают принцип прозрачности Сети, которая распространяется далеко за пределы сети оператора. Отдельные сегменты Сети начинают выполнять дополнительные функции, неожиданные для конечных устройств, что усложняет появление новых приложений.

Эти тенденции более заметны в мобильных сетях, где «оптимизация» трафика и тарифных планов принимает более широкие масштабы. Это и введение «скоростных рядов» для поставщиков контента на основе особых договоренностей, и «zero-gate» (бесплатные) контракты, когда доступ к тем или иным ресурсам не вычитается из бюджета трафика абонента.

Чем более фундаментальные «строительные блоки» Интернета затрагивает предлагаемое решение, тем больше риск непредвиденных долгосрочных последствий, негативный эффект которых может превысить зло решаемой проблемы.

Неограниченные возможности и безопасные платформы

Сегодня нельзя не заметить, что требования пользователей к «генеративности» Интернета заметно изменились. Два десятилетия назад основными пользователями являлись сотрудники научных центров и университетов, их потребности в экспериментировании и создании новых систем и приложений были достаточно высоки. Использование Сети носило кооперативный характер и предполагало определенный уровень ответственности. Потребности сегодняшнего пользователя существенно отличаются — ему нужны готовые приложения, безопасная среда и приятный интерфейс.

Такой «стерильный» Интернет предложил пользователю Стив Джобс в 2007 году в виде iPhone. В нем все прекрасно: и внешний вид, и поистине неисчерпаемые новые возможности, открываемые нами с новыми приложениями, для установки которых, кстати, не надо проходить курс компьютерной грамотности и знать с десяток команд. Процветание iPhone непосредственно связано с инновационным потенциалом Интернета, однако iPhone изолирует нас от этой генерирующей платформы, предлагая удобное и безопасное потребление услуг, созданных на ее базе. Для многих этого достаточно. Но не надо забывать, что iPhone и вся связанная с ним инфраструктура являются лишь метаприложением Интернета, а не его безопасной альтернативой.

Фундаментальные технологии и их оссификация

Как мы обсуждали ранее, ряд протоколов являются фундаментальными для работы Интернета и в то же время обладают необыкновенно высоким порогом к изменениям. Вспомните протокол IP, образующий шейку песочных часов стека протоколов Интернета. Конкуренция на этом уровне практически невозможна, и любые изменения в существующий протокол по существу отторгаются системой.

Помимо IP, сравнимую по фундаментальности роль играют два других протокола. Это DNS, являющийся основой глобальной системы разрешения имен, и BGP,

определяющий архитектуру и функционирование глобальной системы маршрутизации Интернета. Обо всех трех протоколах мы говорили в предыдущих главах.

На уровне фундаментальных протоколов отсутствуют естественные факторы, стимулирующие инновации и изменения, которые мы наблюдаем на верхних и нижних уровнях протоколов. А значит, внедрение новых функций в глобальном масштабе — грандиозная и труднейшая задача. Говорят об оссификации, или окостенении, базовых протоколов. Это отражает фундаментальную проблему координированного внедрения в некоординируемой среде, которой является Интернет.

А такие изменения уже давно необходимы. Новая версия протокола IP — IPv6 — должна была глобально вытеснить своего предшественника задолго до исчерпания адресного пространства IPv4. Защищенность протокола DNS давно не соответствует требованиям приложений, который его используют, а расширения безопасности DNSSEC до сих пор практически не нашли применения. Наконец, система маршрутизации Интернета основана на транзитивном доверии, обеспечивая беспрепятственное распространение ошибок, большой и маленькой лжи кого-либо из более до ооо провайдеров в глобальном масштабе. И в то же время дополнительные функции безопасности, находящиеся в настоящее время в процессе разработки в IETF, вызывают у многих сервис-провайдеров безразличие, а у некоторых — недоверие и опаску.

Такое состояние дел приводит к тому, что часть необходимых функций обеспечивается протоколами или системами на более высоких уровнях. Да, степень функциональности и безопасности подобных решений ниже предлагаемых расширений фундаментальных протоколов. Зато возможно независимое и некоординируемое внедрение с целью немедленного локального улучшения ситуации. Это делает их привлекательной альтернативой долгосрочным изменениям окостеневших протоколов. Примерами таких решений являются применение систем мультиплексирования адресов NAT, сертификатов SSL/TLS для веб-сайтов, использование эвристических фильтров маршрутов.

Разработка открытых стандартов Интернета. IEEE, IETF, W3C

Говоря о протоколах, нельзя не упомянуть о процессе разработки и стандартизации, который во многом определяет для каждого протокола перспективы его внедрения и использования. Начнем с основного вопроса:

Для чего нужны стандарты?

Ответить на этот, казалось бы, нехитрый вопрос не совсем просто. В общем смысле стандарты нужны для обеспечения совместимости и взаимодействия между элементами некоторой системы — компьютерной сети, распределенного

приложения или собственно компьютера. При этом подразумевается, что эти элементы могут быть созданы различными производителями.

В социальном и экономическом контексте стандарты способствуют свободному перемещению товаров и услуг. Уменьшая технические барьеры для создания и внедрения продуктов, стандарты помогают раскрыть новые возможности экономического развития, поощряя дифференциацию и конкуренцию между продуктами и в то же время обеспечивая совместимость и взаимодействие. Можно сказать, что стандарты являются необходимым компонентом саморегулирования промышленной отрасли.

Последнее замечание в полной мере справедливо только для открытых добровольных стандартов, принятых на основе консенсуса. Но бывают и стандарты, предписанные государством, и чисто рыночные стандарты де-факто, основанные на доминировании какого-либо игрока. Например, ранние стандарты в области информационных технологий имели именно характер «де-факто» и определялись крупнейшими производителями, такими как IBM. Говоря о стандартах Интернета, мы будем обсуждать исключительно первую категорию — ведь только открытые и добровольно применяемые стандарты имеют шанс прижиться в этой экосистеме. Здесь я имею в виду именно стандарты, а не просто решения и приложения, которые зачастую являются весьма успешными, несмотря на их, возможно, закрытый характер. Существенным является то, что стандарты являются «строительными блоками», из которых можно создать приложение — в том числе и закрытое.

Помимо положительного влияния в экономическом и социальном плане, стандартизация помогает решить и ряд более конкретных задач.

Например, в ходе стандартизации элемента или протокола решение, как правило, проходит детальную экспертную оценку и доработку. Это является сильным побудительным мотивом создания стандарта. В некоторых случаях организации по стандартизации обеспечивают полный цикл разработки решения — от начальной идеи до протокола, интерфейса или элемента.

Стандартизация решения может предоставить конкурентное преимущество изобретателю протокола или технологии. Особенно если эта технология уже воплощена в производстве. Использование процесса стандартизации в конкурентной войне — не такая уж редкость.

Все сказанное справедливо для многих отраслей, в том числе и для Интернета, о чем мы и поговорим более подробно.

Стандарты и Интернет

Когда говорят об «интернет-стандарте», в большинстве случаев имеют в виду техническую спецификацию протокола, программного интерфейса, схемы базы данных и тому подобных вещей. Как я уже упомянул, стандарт — это «строительный блок», призванный в совокупности с другими элементами создать систему или

решение. Для этого наряду со стандартами существуют и информационные документы с рекомендациями по применению стандарта или технологии для решения определенных задач. Обычно организации, занимающиеся стандартизацией, разрабатывают оба типа спецификаций. Чтобы лучше понять, каким образом и какие именно стандарты определяют функционирование Интернета, вспомним четырехуровневую архитектурную модель Сети. Каждый протокол выполняет максимально универсальные функции, необходимые для взаимодействия между устройствами на конкретном уровне. Например, Ethernet (IEEE 802.3) обеспечивает обмен данными между сетевыми интерфейсами локальной сети. Он поддерживает различные типы среды передачи (от коаксиального кабеля до оптоволокна) и скорости (от 10 Мбит/с до 100 Гбит/с). Однако хотя Ethernet и обеспечивает обнаружение ошибочных данных (фреймов), но исправление ошибок (например, путем повторной передачи) производится протоколами верхних уровней.

Такой подход обладает поистине неограниченным инновационным потенциалом, поскольку изменения протокола одного уровня не затрагивают протоколы других уровней — при условии, что интерфейсы взаимодействия между протоколами неизменны. Так, эволюция того же Ethernet происходила абсолютно независимо от протокола следующего уровня — IP. А для создания нового приложения (или протокола прикладного уровня) нет необходимости требовать каких-либо изменений от Сети.

В реальной практике, конечно, эта идеальная архитектура встречается не всегда. Иногда разработчики приложений и протоколов верхнего уровня основывают свои решения на специфических параметрах протоколов нижнего уровня, не учитывая, что протоколы могут меняться. С этим, кстати, связана одна из сложностей перехода на протокол IPv6, поскольку изменения затрагивают не только сетевой и транспортный уровни, но подчас и приложения. Зачастую нарушение межуровневого взаимодействия (англ. layering violation) связано с желанием оптимизировать производительность того или иного протокола. Дело в том, что в идеальной модели информация между уровнями должна быть минимизирована до предела, что иногда не позволяет протоколам верхнего уровня выбрать наилучший метод обработки данных. Например, если происходит потеря пакетов, то для протокола TCP это может означать перегрузку сети или плохое качество канала. TCP мог бы выбрать более адекватную стратегию — уменьшение окна передачи, уменьшение передаваемого сегмента и т.п., — но только если он получил бы дополнительную информацию с более низких уровней протоколов. Формально говоря, это является нарушением оптимальности структуры. Хотя именно на такой дополнительной информации основана система борьбы с заторами ECN и Congestion Control, о которых мы говорили в предыдущей главе.

Другим фактором, нарушающим идеальную картину, является «неидеальность» самой Сети. Связано это в первую очередь с присутствием промежуточных устройств: трансляторов NAT¹¹, а также шлюзов прикладного

¹¹ Network Address Translator, <http://ru.wikipedia.org/wiki/NAT>

уровня¹². Все эти устройства оперируют на уровнях выше IP, и таким образом, Сеть должна обладать дополнительными знаниями о протоколах более высокого уровня. В такой ситуации уже недостаточно просто изменить протокол прикладного уровня на конечных устройствах — для правильной работы эти изменения должны быть сделаны и для промежуточных шлюзов. Это существенно усложняет внедрение новых приложений и изменений.

Какими качествами должен обладать стандарт Интернета?

Стандарты Интернета играют двоякую роль. С одной стороны, они являются строительными блоками, на основе которых разработчики могут создавать приложения и распределенные системы. Например, использование стандартов TLS и SASL¹³ обеспечивает требуемую защищенность приложений и услуг, а применение протокола HTTP позволяет создавать системы клиент-сервер.

С другой стороны, стандарты Интернета обеспечивают взаимодействие между компонентами, созданными различными производителями. Это открывает широкие возможности для глобального объединения независимых систем. Маршрутизаторы, пользовательские компьютеры и серверы, прочие оконечные устройства беспрепятственно обмениваются данными между собой независимо от марки производителя, сетевого провайдера или географического расположения. Единственным требованием является точное соблюдение соответствующих интернет-стандартов. Возьмем, например, систему электронной почты. Она использует протокол нижнего уровня — транспортный протокол TCP — и взаимодействует с другими системами, например, DNS, а работу этой глобальной системы обеспечивают несколько различных стандартов.

Интернет — уникальная система, основанная на кооперации между сервис-провайдерами на базе добровольного принятия открытых стандартов. Но, помимо основного требования совместимости, для успешного внедрения и использования стандарты Интернета должны обладать рядом дополнительных качеств. Давайте их перечислим.

Свободно доступные спецификации

Все соответствующие спецификации, которые необходимы для внедрения стандарта, доступны бесплатно и без каких-либо контрактных соглашений (например, соглашения о неразглашении).

Свобода от ограничений

Новые технологии могут внедряться и использоваться на основе стандарта без лицензионных сборов или ограничений.

¹² Application Layer Gateways, http://ru.wikipedia.org/wiki/Application-level_gateway

¹³ Протокол Simple Authentication and Security Layer (SASL) стандартизован в RFC4422, <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4422>. Он определяет способ добавления поддержки аутентификации в протоколы на основе соединения.

Открытая разработка

Все стороны, заинтересованные в новой технологии или протоколе, имеют возможность принимать участие в разработке стандарта Интернета.

Постоянное развитие

Стандарты Интернета развиваются и постоянно обновляются вместе с Интернетом с учетом новых технических требований.

Теперь, когда мы обсудили роль и необходимые качества стандартов, самое время рассказать о процессе их разработки.

Как создаются стандарты

Основной организацией по стандартизации в области Интернета является IETF. Вряд ли какая-либо другая организация или форум, занимающиеся вопросами стандартизации, могут конкурировать с IETF в области Интернета, но все же IETF не одинок в глобальном мире стандартов. Существует значительное число других организаций, занимающихся стандартами, область деятельности которых имеет отношение к Интернету. Некоторые из них в прошлом игнорировали феномен Интернета, но теперь хотят играть более существенную роль в процессе развития Сети. В их число входят W3C¹⁴, IEEE¹⁵, ITU¹⁶, 3GPP¹⁷ (<http://www.3gpp.org>), Unicode Consortium¹⁸.

На рис. 72 показано, как область деятельности упомянутых организаций по стандартизации проецируется на сетевую модель Интернета.

Кратко остановимся на некоторых из них.

Internet Engineering Task Force, IETF

IETF не является организацией в полном смысле этого слова — у него нет ни штаб-квартиры, ни значительного штата постоянных работников. Почти вся работа в IETF выполняется на добровольных началах. Поэтому часто IETF называют форумом. В IETF также нет членства — любой может принять участие в работе IETF, единственным требованием является доступ к электронной почте.

IETF охватывает широкий спектр протоколов Интернета, но работа сфокусирована на протоколах уровня IP, транспортного и прикладного уровней. Соответственно, и рабочие группы разделены на так называемые предметные области: область Интернета (INT), транспорта (TSV), приложений (APP). Вопросы маршрутизации (RTG), безопасности (SEC) и эксплуатации и управления (OPS) сетей также выделены в отдельные области. Объем работ, связанных с голосовой и видеосвязью

¹⁴ World Wide Web Consortium, <https://www.w3c.org>

¹⁵ Institute of Electrical and Electronics Engineers, <https://standards.ieee.org>

¹⁶ Международный союз электросвязи, <https://www.itu.int/ru/>

¹⁷ 3rd Generation Partnership Project, <https://www.3gpp.org>

¹⁸ <https://home.unicode.org>

в IP-сетях, SIP и IP-телефонии, а также с системами мгновенного обмена сообщениями, является настолько значительным, что соответствующие рабочие группы выделены в особую предметную область — в область приложений и инфраструктуры реального времени (RAI).

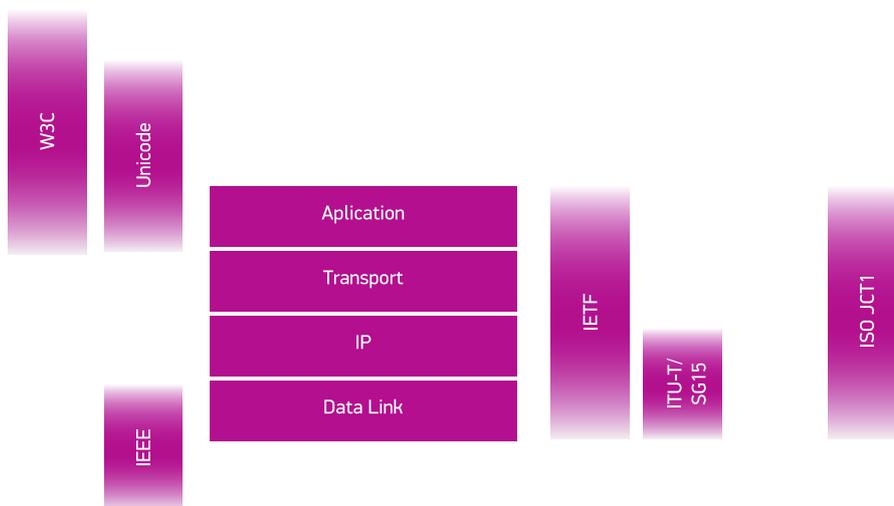


Рис. 72. Область деятельности различных организаций, форумов и консорциумов по разработке стандартов Интернета.

Структура IETF приведена на рис. 73.

Деятельность IETF осуществляется в рамках рабочих групп. По существу, рабочая группа — это список рассылки, на который может подписаться любой желающий, чтобы принять участие в процессе. Каждая рабочая группа имеет документ — «хартию», определяющую предмет работы группы и ее цели, а также рабочий план. Работу группы координируют один или два председателя.

Основная часть работы проводится в обсуждениях документов в списках рассылки, но большинство групп проводят заседания в рамках совещаний IETF, которые организуются три раза в год. Собственно, совещание IETF и состоит из заседаний рабочих групп, которые играют очень важную роль. Помимо того, что участники обсуждений общаются вживую (что весьма полезно для дальнейшей работы в виртуальном мире), заседания обеспечивают эффективное обсуждение ключевых моментов, тактику дальнейшей работы, а также позволяют подвести итоги достигнутого.

Принятие решений в рабочей группе происходит в соответствии с одним из основных принципов IETF: «грубый консенсус и работающий программный код» (rough consensus and running code). Здесь уместно рассказать о процедуре



Рис. 73. Структура IETF.

определения консенсуса на очных заседаниях рабочих групп. Традиционное голосование на таких заседаниях не принято. Председатель просит членов рабочей группы продемонстрировать свое отношение к конкретному вопросу (например, одобрить ли обсуждаемый проект) непродолжительным гудком голосом (hum). Например, сначала участников спрашивают, кто «за» предложение, а затем — кто «против». По разнице в громкости совокупного гудка председатель и определяет итоговое решение по обсуждаемому вопросу.

За общее техническое руководство деятельностью IETF и процессом разработки стандартов Интернета отвечает управляющий комитет — IESG (Internet Engineering Steering Group). Логично, что состав IESG формируется из директоров областей, которые, в свою очередь, избираются номинационным комитетом сроком на два года. Административно-организационную поддержку IETF осуществляет административное подразделение (IASA) в рамках Internet Society (ISOC), которое, впрочем, подотчетно сообществу IETF. IASA заключает контракты на оказание услуг секретариата, а также производство и издание спецификаций.

Результаты своей работы IETF публикует в виде так называемых RFC (Request for Comment или «Запрос комментариев»). Я упомянул некоторые RFC в предыдущих главах, обсуждая протоколы Интернета. Не все RFC являются стандартами: часть из них носит экспериментальный, информационный или рекомендательный характер, что отражено в статусе документа RFC. Вопросы саморегулирования (в том числе и описание самого процесса разработки стандартов) также документируются в RFC.

Что же касается тех RFC, которые являются стандартами IETF, то они проходят «многоступенчатый» процесс обсуждений и достижения консенсуса. Работа над стандартом является коллективной и обычно проводится в рамках рабочей группы. Этот процесс схематично приведен на рис. 74. Важную роль здесь играет так называемый последний звонок (Last Call, LC) — период, в течение которого участники имеют возможность высказаться в поддержку документа или отметить его недостатки. Обычно этих звонков два: один на уровне рабочей группы, а второй — общий «последний звонок», в котором участвует весь IETF.

В IETF существует также понятие «зрелости» стандарта, когда по прошествии определенного времени стандарт повышается в статусе. Как правило, это происходит в результате его обновления на основе накопленного опыта использования. В настоящее время в IETF существует два уровня: Proposed Standard и Internet Standard.

За более чем 30 лет своего существования IETF опубликовал более 7000 RFC, являющихся спецификациями приложений и протоколов, на которых построен Интернет. В работе над стандартами приняло участие более 700 различных компаний и почти 2400 авторов из более 50 стран. Хотя посещение совещаний

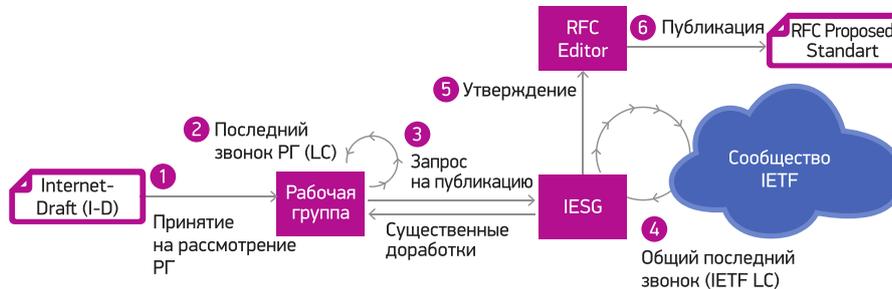


Рис. 74. Процесс стандартизации IETF.

IETF не является обязательным, три раза в год IETF собирает около 1500 участников со всего мира. Все RFC и рабочие документы (называемые Internet Draft, или ID) свободно доступны на сайте документов IETF¹⁹.

Международный союз электросвязи, МСЭ (International Telecommunication Union, ITU)

МСЭ является учреждением ООН и работает в соответствии с конвенцией и уставом, ратифицированными государствами-членами союза. В настоящее время МСЭ насчитывает в своем составе 193 страны. Наряду с государствами в работе МСЭ принимают участие свыше 700 организаций частного сектора и академических учреждений, хотя в принятии многих решений они имеют лишь право совещательного голоса.

МСЭ охватывает широкий круг вопросов, включая распределение радиочастотного спектра и спутниковых орбит, разработку технических стандартов, а также улучшение доступа к информационно-коммуникационным технологиям в развивающихся регионах. В контексте стандартизации интерес представляет Сектор стандартизации электросвязи (МСЭ-Т).

Работа в МСЭ-Т организована в рамках так называемых исследовательских комиссий, ИК (Study Group, SG). Каждая ИК, в состав которой может входить несколько рабочих групп (РГ), координирует работу по ряду исследовательских вопросов (Questions), касающихся соответствующей темы. Например, рабочая группа по кодированию носителей в 16-й Исследовательской комиссии занимается всеми исследовательскими вопросами, относящимися к кодированию речи, аудио- и видеопотоков.

Результаты работы публикуются в виде рекомендаций. Обычно работа над рекомендациями проводится не в списках рассылки, как в IETF, а в рамках очного собрания РГ или ИК. При необходимости эксперты могут встречаться независимо от РГ или ИК в неформальной обстановке. Как правило, рекомендации доступны на сайте МСЭ, хотя рабочие документы доступны только членам союза.

¹⁹ <https://datatracker.ietf.org/doc>

Процесс утверждения рекомендации также существенно отличается от процесса стандартизации в IETF. Во-первых, в МСЭ-Т в процедуре участвуют государства-члены, имеющие право окончательного голоса. Так называемая традиционная процедура утверждения, ТПУ (Traditional Approval Process, TAP), имеет очень формализованную структуру и продолжительный консультационный период (минимум три месяца), а утверждение стандарта проходит в рамках пленарных совещаний ИК, проводящихся обычно два раза в год. Возражения хотя бы одного государства-члена достаточно для того, чтобы стандарт не был утвержден. Все это удлиняет и усложняет процесс принятия решений и делает его недостаточно гибким для быстро меняющегося ландшафта информационно-коммуникационных технологий.

Однако в 2001 году процесс создания стандартов был упрощен благодаря введению альтернативной процедуры утверждения (АПУ). Подавляющее большинство стандартов теперь утверждается именно таким способом, а традиционную процедуру утверждения (ТПУ) проходят только те стандарты, которые имеют регуляторные последствия. Важным фактором, способствующим использованию АПУ, является возможность доработки документов в онлайн-режиме. В подавляющем большинстве случаев после начала процедуры утверждения оставшаяся часть процесса может быть завершена электронным способом без необходимости очных собраний. Схема процесса АПУ приведена на рис. 75.

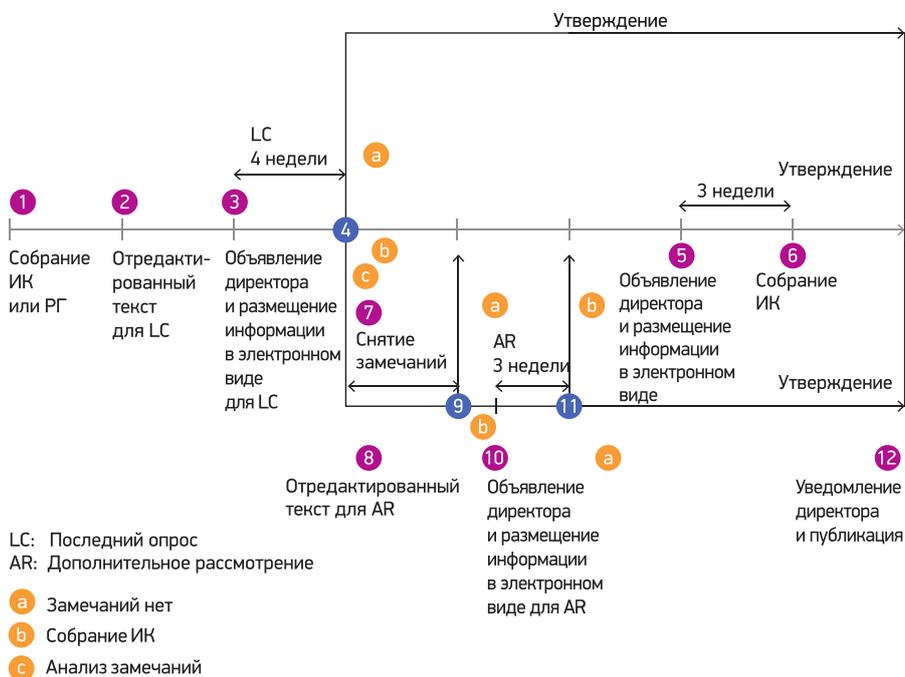


Рис. 75. Альтернативная процедура утверждения Рекомендации в МСЭ-Т.

Источник: Рекомендация МСЭ-Т А.8 (01/2024)

Многие стандарты МСЭ-Т имеют непосредственное отношение к Интернету. Например, кодеки для сжатия видео и аудио (H.264) и технологии канального уровня (DSL, WDM, ASON). Также МСЭ-Т работает над мета-вопросами — такими как Сети последующего поколения (Next Generation Networks, NGN), Интернет вещей (Internet of Things, IoT), информационная безопасность.

Консорциум «Всемирной паутины» (World Wide Web Consortium, W3C)

W3C — организация, разрабатывающая и внедряющая технологические стандарты для всемирного веба. Консорциум возглавляет сэр Тим Бернерс-Ли, основоположник WWW. Консорциум был основан в 1994 году при Массачусетском институте технологии (MIT) и объединил различные компании, заинтересованные в дальнейшей разработке технологий и создании стандартов для расширения качества и возможностей WWW. Бернерс-Ли не запатентовал свою идею, этому же принципу следует и консорциум. Его стандарты свободны от патентов и роялти, чем обеспечивается возможность их неограниченного использования.

Стандарты W3C называются Рекомендациями (Recommendation). В соответствии с процессом стандартизации, принятом в W3C, спецификация проходит четыре степени зрелости: рабочий проект (Working Draft), рекомендация-кандидат (Candidate Recommendation), предлагаемая рекомендация (Proposed Recommendation) и, наконец, рекомендация oW3C.

Разработка рекомендации проходит в рамках рабочей группы, в которой участвуют сотрудники организаций-членов, штатные сотрудники и в некоторых случаях приглашенные эксперты. Процесс «созревания» стандарта проходит несколько степеней согласования, основанных на достижении консенсуса. Окончательное утверждение осуществляет лично директор W3C.

Рекомендация-кандидат является результатом консенсуса относительно рабочего проекта и считается готовой к реализации в ПО. Далее, предлагаемая рекомендация предусматривает, что вся предложенная функциональность была реализована и протестирована хотя бы двумя независимыми разработчиками. Наконец, рекомендация W3C является полноценным стандартом, предназначенным к широкому внедрению.

Работа W3C в основном ограничена веб-технологиями и включает следующие области.

Электронное правительство (eGovernment). Многие технологии, разработанные консорциумом, имеют прямое отношение к реализации концепции электронного правительства. Наиболее важными являются вопросы доступности и совместимости.

Языки представления контента. Сюда входит работа над новым поколением языка HTML — HTML5, поддерживающим работу с новейшими мультимедийными приложениями, а также дальнейшее развитие XML и XHTML.

Интернационализация. Поддержка национальных языков и алфавитов — одна из приоритетных областей работы консорциума.

Безопасность. Сегодня, когда широко применяется и поддерживается активный контент (например, ActiveX и Javascript), веб-браузер поистине является операционной системой, имеющей доступ к различным элементам компьютера пользователя — данным, периферийным устройствам и т.п. Не секрет, что даже простое просматривание веб-страниц может явиться причиной заражения компьютера вирусом или утечки личных данных.

Семантический веб. Это новая концепция и связанная с ней архитектура, целью которой является обеспечение большей доступности веба для компьютеров. Другими словами, семантический веб — это «веб данных». Такой подход открывает новые возможности использования Всемирной паутины в задачах консолидации данных, обнаружения и классификации информационных ресурсов, управления знаниями и т.д.

Институт инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)

IEEE — это международная некоммерческая ассоциация специалистов в области техники, мировой лидер в области разработки стандартов. Стандарты IEEE работают в различных отраслях промышленности, включая энергетику, здравоохранение, информационные и телекоммуникационные технологии (ИКТ), транспорт и многие другие. В области ИКТ наиболее значительные стандарты, имеющие отношение к Интернету, разработаны в комитете IEEE 802 LAN/ MAN Standards Committee (LMSC).

Этот комитет включает более десятка активных рабочих групп (РГ), создающих и сопровождающих стандарты физического и канального уровней. Наиболее известными являются 802.3 (Ethernet), 802.11 (WLAN, или Wi-Fi) и 802.16 (Broadband Wireless Access, в частности, стандарты WiMAX).

В IEEE работа над стандартом начинается с создания так называемого запроса на авторизацию проекта (Project Authorization Request, PAR), по существу, это проект хартии будущей РГ. PAR должен продемонстрировать, что предлагаемый стандарт имеет рыночный потенциал, совместим с другими стандартами, решает определенную проблему, а также технически и экономически осуществим.

В случае, если PAR утвержден исполкомом IEEE 802, формируется РГ. В состав рабочей группы может войти любой желающий. Основным требованием является участие в заседаниях, которые обычно проводятся шесть раз в год (часть — пленарные, часть — промежуточные заседания), а также участие в голосовании по бюллетеням.

Следующая стадия — разработка проекта стандарта рабочей группой. Проект окончательно согласовывается в РГ на основе голосования по бюллетеням, для

перехода на следующую стадию требуется 75% голосов в поддержку и отсутствие серьезных возражений. После этого объявляется общее голосование, в котором может принять участие любое лицо, заинтересованное в стандарте. Необходимым условием является членство в IEEE SA (Организации по стандартизации), но можно также получить бюллетень за отдельную плату. Проект считается принятым в случае возврата как минимум 75% разосланных бюллетеней, в 75% из которых голоса отданы «за».

Если проект получает достаточную поддержку, он передается в ревизионную комиссию (RevCom) для проверки соответствия внутренним требованиям IEEE.

Наконец, по получении положительной рекомендации ревизионной комиссии стандарт окончательно утверждается Советом по стандартизации IEEE большинством голосов. Этот процесс схематично показан на рис. 76.

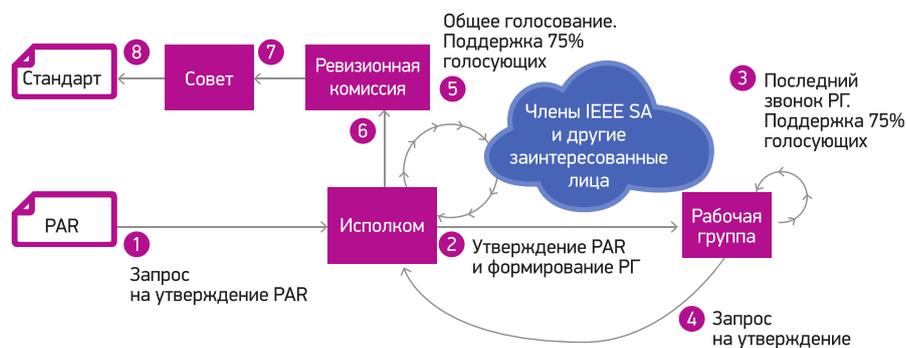


Рис. 76. Процесс разработки и утверждения стандартов в IEEE.

Все стандарты IEEE доступны онлайн или в печатном виде, но не бесплатно. В среднем стандарт стоит немногим более \$100.

В заключение отметим, что исторически стандарты принимались специально созданными национальными и международными формальными организациями по стандартизации. Например, ANSI в США, DIN в Германии, Росстандарт в России. Или ISO и МСЭ, действующие в международном масштабе. Многие из этих стандартов являлись обязательными к применению, хотя сегодня в подавляющем большинстве стран это требование смягчено или полностью снято и стандарты применяются на добровольной основе.

Сегодня все большую значимость получают негосударственные и менее формальные институты стандартизации — так называемые консорциумы и форумы, особенно в области ИКТ. Два наиболее выразительных примера — W3C и IETF. Во многих случаях подобные организации не имеют официального статуса в глазах национальной организации по стандартизации, несмотря на то, что почти все

стандарты, обеспечивающие работу Интернета, были и продолжают разрабатываться именно форумами и консорциумами. Но ситуация меняется: например, Европейская комиссия работает над модернизацией политики стандартизации в области ИКТ, которая позволит официально признавать стандарты форумов и консорциумов. Многие государства также озабочены вопросом наиболее эффективной интеграции таких стандартов в национальную систему стандартизации. Ведь в противном случае придется заново изобретать велосипед.

Эволюция системы принятия решений в Интернете. ICANN, IGF

За относительно непродолжительное время своего существования Интернет прочно вписался в жизнь общества. Тем не менее, модель взаимодействия между различными его компонентами настолько отличается от традиционных представлений о координации глобальной системы, что дискуссия об управлении Интернетом продолжается уже больше десятка лет. Впрочем, без существенных результатов.

И действительно, трудно представить, что такая сложная система, охватывающая страны и континенты, включающая в себя различные культуры и технологии, может функционировать и развиваться только за счет самоорганизации. Но если все-таки необходима координация, если нужно управление, — то чем конкретно? Этот вопрос, безусловно, волнует правительства государств, как и вопрос об их роли в процессе принятия решений.

Система принятия решений и управления Интернетом в международном обиходе имеет емкий термин Internet Governance. Чтобы лучше понять ее проблематику, нам опять придется обратиться к истории.

Разумный хаос

Наверное, не будет преувеличением сказать, что до второй половины 90-х гг. прошлого века принятие решений в Интернете осуществляло техническое сообщество — инженеры, ядро которого составляли участники IAB и IETF. Ключевой фигурой являлся научный сотрудник Института информатики (ISI) Университета Южной Калифорнии (USC) Джон Постел (Jon Postel). Джон руководил, а по существу сам являлся IANA — организацией по присвоению номеров, на которой мы остановимся чуть позже.

Достаточно посмотреть на одну из первых политик присвоения доменных имен и добавления доменов верхнего уровня, описанную в RFC 1591²⁰ в 1994 году. Этот документ, в частности, определяет пять доменов верхнего уровня — .edu,

²⁰ RFC 1591: Domain Name System Structure and Delegation,
URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1591>

.com, .net, .org, и .int²¹ — в качестве «глобальных». Интересно заметить, что многие вопросы, обсуждение которых сегодня занимает годы консультаций и совещаний, в RFC 1591 решались парой параграфов простых правил.

Ситуация начала стремительно меняться с расширением Интернета и его коммерциализацией. В центре этой коммерциализации находилась DNS, а ключевую роль начала играть частная компания, хорошо связанная с оборонными агентствами США, — Network Solutions, Incorporated, или NSI.

В главе 2, говоря о глобальной системе имен Интернета, мы упомянули центральную регистратуру InterNIC, сопровождавшую корневую зону DNS и отвечавшую за регистрацию имен в доменах верхнего уровня .com, .org, .net и т.д. До 1993 года, когда NSF принял на себя финансирование «гражданской» части Интернета, поддержка InterNIC (тогда называвшегося DDN-NIC) осуществлялась Министерством обороны США. Функции DDN-NIC начиная с 1991 года выполнял подрядчик — компания NSI.

В 1993 году NSF объявила тендер на осуществление регистрационных услуг InterNIC, победителем которого стала все та же компания NSI. Контракт²² предоставил NSI монопольные права на регистрацию доменов второго уровня в .com, .org и .net в порядке очередности получения заявок.

Важно отметить, что NSI получила широкие операционные полномочия, но все-таки вопросы политики, в частности, относительно регистрации доменов верхнего уровня, оставались за IANA.

Изначально регистрация производилась бесплатно, за счет гранта NSF. Однако по мере роста числа регистраций на повестку дня встали вопросы масштабирования. В 1995 году NSF изменила положения договора, позволив NSI установить плату в \$50 в год за доменное имя второго уровня²³.

Бум приватизации и взрывного развития Интернета набирал обороты, и регистрация приняла глобальный характер. Соответственно, росли и доходы NSI.

Вопросы относительно администрирования корневой зоны затрагивали интересы растущего числа различных групп — начиная от новообразованных компаний, которым требовалось значащее имя в Интернете, до правообладателей торговых марок, видевших в DNS как возможности, так и опасности. Ну а правительства государств постепенно понимали, что эти вопросы граничат с их суверенными интересами.

²¹ Изначальные домены верхнего уровня — .edu, .com, .net, .org и .mil — были документированы в «официальной политике IAB и DARPA» RFC 920 (Domain Requirements, URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc920>).

²² <https://archive.icann.org/en/nsi/coopagmt-01jan93.htm>

²³ <https://archive.icann.org/en/nsi/coopagmt-amend4-13sep95.htm>

Формально NSI не имела права вносить изменения в корневую зону, но компания по существу монополично контролировала корневой уровень и чрезвычайно прибыльный бизнес доменов второго уровня. Это положение вещей доставляло серьезный дискомфорт всем остальным заинтересованным лицам. Для противодействия монополии в этой области можно было, например, создать дополнительные домены верхнего уровня. Но политика создания новых доменов отсутствовала — и было непонятно, кто же формально контролирует корень DNS.

Ситуация осложнялась тем фактом, что пятилетний договор между NSI и NSF истек в 1998 году. В отсутствие NSF будущее управления корневой зоной было по меньшей мере непонятным.

В главе 2 было упомянуто о некоторых попытках разрешить эту ситуацию, а именно — речь шла о Проекте Постела (Draft Postel), разработанном Джоном Постелом в 1996-м, и о группе под названием International Ad Hoc Committee (IAHC). Эта группа была создана под эгидой ISOC, IAB, IANA, ITU, INTA и WIPO для разработки альтернативного предложения, с которым она вышла годом позже. На нем стоит остановиться подробнее.

В предложении IAHC²⁴ и связанном с ним Протоколе о взаимопонимании gTLD-MOU была представлена структура управления корневым уровнем DNS. В этой структуре не предусматривалось создание множества новых доменов верхнего уровня и связанных с ними регистратур-регистраторов, работающих по модели NSI, но конкурирующих между собой, как это было предложено Постелом в его проекте. Вместо этого комитет IAHC предлагал разделить функции регистратуры и регистратора, а также стимулировать конкуренцию на уровне регистраторов.

В рамках предложения предполагалось создание всего нескольких дополнительных доменов верхнего уровня, свободных от монополии NSI. Как было сказано в предложении, «пространство имен верхнего уровня обеспечивает перераспределение избытка имен через структуру национальных доменов». А создание новых доменов верхнего уровня «неизбежно приведет к дублированию регистрации, только усугубив существующие проблемы, связанные с полезностью и жизнеспособностью структуры DNS Интернета». В отношении национальных доменов признавался суверенитет государств в определении политики.

Регистраторы получали равноправный доступ ко всем доменам верхнего уровня. Они могли устанавливать собственные расценки за свои услуги, конкурируя между собой. Все регистраторы являлись членами ассоциации регистраторов CORE (Council of Registrars, Совет регистраторов), отвечающей

²⁴ <https://web.archive.org/web/19980415071855/gtld-mou.org/draft-iahc-gTLDspec-oo.html>

за разработку правил, а также за обеспечение необходимой координации, организационную и юридическую поддержку. По замыслу IAHС, CORE следовало зарегистрировать как некоммерческую организацию в швейцарском городе Женеве.

Разногласия в отношении доменных имен решались путем установления 60-дневного периода ожидания, во время которого возможные споры должны были урегулировать специальные комитеты Всемирной организации по интеллектуальной собственности (ВОИС, WIPO), Administrative Challenge Panels.

Официальная церемония подписания Протокола gTLD-MOU состоялась в мае 1997 года в Женеве. Более 200 организаций²⁵ (подписали протокол, включая Международный союз электросвязи (МСЭ), уже упомянутый ВОИС и Всемирный почтовый союз (ВПС).

Тем не менее, протокол вызвал критику ряда организаций, которые видели в нем угрозу своим интересам. В первую очередь это была NSI, которая после окончания договора с NSF могла оказаться на уровне регистратора с полной потерей своей монопольной позиции.

Протокол вызвал и серьезную озабоченность правительства США, которое видело в нем угрозу передачи контроля над глобальной DNS межгосударственным организациям, например МСЭ. В ситуацию был вынужден вмешаться Ира Магазинер (Ira Magaziner), советник президента Клинтона. В июле 1997 года агентство NTIA (Национальная администрация по телекоммуникациям и информации США — National Telecommunications and Information Administration) Министерства торговли США опубликовало проект приватизации DNS для публичного обсуждения²⁶. Этот проект был призван напомнить о де-юре контроле правительства США за корневым уровнем и IANA, а также перехватить инициативу создания новой модели управления Интернетом.

Проект во многом основывался на модели IAHС и содержал эскиз будущей некоммерческой организации, которой правительство США предполагало передать функции IANA и которая была призвана обеспечивать координацию распределение имен, номеров и адресов. Также был предложен план демополизации NSI, начиная с предоставления доступа к доменам .com, .org, .net желающим регистраторам на равной основе и заканчивая передачей контроля за корневой зоной и ее мастер-сервером a.root-servers.net²⁷.

²⁵ <https://www.itu.int/newsarchive/projects/dns-meet/KeynoteAddress.html>

²⁶ <https://www.ntia.gov/files/ntia/publications/022098fedreg.txt>

²⁷ Сегодня a.root-servers.net — всего лишь один из 13 вторичных авторитетных серверов, обслуживающих корневую зону. Содержимое этой зоны все серверы получают от так называемого спрятанного мастер-сервера, обслуживаемого Verisign, после приобретения NSI в 2000 г.

Значение этого проекта, как и последующего «Зеленого документа» (Green Paper)²⁸, не всеми было понято с достаточной ясностью. Комитет IAHС продолжал действовать согласно изначальному плану, и в октябре 1997 года была создана ассоциация CORE. За несколько месяцев до окончания контракта NSF-NSI Джон Постел решил сделать «небольшой шаг в направлении» новой управляющей модели Интернета, когда «редакция и публикация корневой зоны будут осуществляться непосредственно IANA». Этот «тест» не вызвал энтузиазма в правительстве США, и Магазиер настойчиво попросил Постела прекратить его.

После этого события развивались стремительно, но уже под контролем правительства США. За «Зеленой книгой» последовала «Белая книга», организация различных комитетов и форумов по разработке новой модели управления. Наиболее выдающимися были IANA Transition Advisors Group ITAG (Группа советников по трансформации IANA) под предводительством Постела и анти-IAHС группа, под координацией которой прошла серия так называемых International Forum on the White Paper, IFWP (Международный форум по «Белой книге»). В рамках форума организовывались встречи в различных точках земного шара и стимулировалось обсуждение вопросов новой модели управления между членами интернет-сообщества, но ключевую роль в процессе становления новой компании, которая получила название ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers — Корпорация Интернета по распределению адресов и номеров), по-прежнему играла коалиция IAHС во главе с Джоном Постелом и NTIA.

В сентябре 1998 года ICANN была зарегистрирована как некоммерческая общественная корпорация в штате Калифорния, США.

Корпорация Интернета по распределению адресов и номеров, ICANN

С созданием ICANN страсти не улеглись. ICANN было необходимо завоевать поддержку других важных заинтересованных групп — конечно же, IETF, региональных интернет-регистратур и регистратур национальных доменов. Серьезной потерей для ICANN стала внезапная смерть Джона Постела, которая «украла у организации ее интеллектуальный центр,

²⁸ В США и некоторых других странах термин «Зеленая книга» (Green Paper) обозначает временный консультационный отчет для публичного обсуждения, но без каких-либо обязательств к последующим действиям. Это, как правило, первый шаг на пути изменения законодательства или государственной политики. За «Зеленой книгой» может последовать «Белая книга» (White Paper) — официальный документ, разъясняющий цели и суть предполагаемого изменения или новой политики и предусматривающий в то же время опрос общественного мнения.

основной источник технического ноу-хау, значительную часть институциональной памяти и добрую долю ее правомерности»²⁹.

Но основную проблему представляла собой NSI, которой по плану предстояло покинуть свою исключительную позицию монополиста общих доменов верхнего уровня. Без поддержки правительства США здесь было не обойтись.

Несколько ключевых соглашений и договоров поддержали молодую организацию ICANN в ее становлении. Протокол о взаимопонимании между Министерством торговли США и ICANN зафиксировал ответственность сторон в соответствии с требованиями «Белой книги». Предполагалось, что ICANN может обрести самостоятельность уже в сентябре 2000 года. В реальности Протокол пережил несколько продлений и ревизий, пока наконец не был заменен в 2009 году другим документом — Affirmation of Commitment (Подтверждение обязательств). Он формально провозглашал ICANN независимой от правительства США.

Демонопользацию NSI осуществляли два договора. Первый — бывший договор NSI с NSF, теперь перешедший в руки NTIA, по которому NSI, а впоследствии Verisign выполняли функции технического обслуживания корневой зоны — внесение изменений и предоставление зоны корневым серверам, — а также функцию регистратуры доменов .com, .net и .org. Этот договор³⁰ сегодня содержит 32 поправки, отражающие постепенно меняющуюся роль Verisign от монополиста до аккредитованного регистратора и регистратуры доменов .com и .net.

Второй договор был между ICANN и NSI — это Договор Регистратуры³¹, по которому NSI сохраняла права обслуживания регистратур .com, .org и .net, но при основном условии: регистрация доменов второго уровня будет приниматься только от регистраторов, аккредитованных ICANN. NSI подписала договор аккредитации, став также и регистратором на уровне этих доменов.

Наконец, в начале 2000 года между NTIA и ICANN был заключен договор на передачу функций IANA новой организации — ICANN. Договор постфактум легитимировал поглощение IANA, а также восстанавливал контроль правительства США за этими ключевыми функциями. Он перезаключался четыре раза и пережил значительное число различных поправок.

²⁹ Froomkin A. Michael. «Wrong Turn in Cyberspace: Using ICANN to Route Around the APA and the Constitution», 50 Duke Law Journal. 17 (2000) (https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=252523)

³⁰ Verisign Cooperative Agreement, <https://www.ntia.gov/page/verisign-cooperative-agreement>

³¹ Registry Agreement, <https://archive.icann.org/en/nsi/coopagmt-amend19-04nov99.htm>

В то же время создание ICANN обозначило важную веху в системе координации централизованных функций Интернета — администрирование корневой зоны, глобального пула адресного пространства IP и уникальных параметров протоколов Интернета.

В духе стратегии приватизации Интернета была создана формально независимая от правительства США частная корпорация. В духе общей тенденции глобализации Интернета в процесс принятия решений относительно администрирования этих критических ресурсов были вовлечены глобальные сообщества. Часть этих сообществ, например, сообщество разработчиков протоколов IETF, адресное сообщество вокруг РИРов, сформировались в ходе эволюции Интернета и функционировали в соответствии с нормами и политиками, проверенными практикой. С именами дело обстояло гораздо сложнее. Монопольная позиция NSI в отношении администрирования корневой зоны и основных доменов верхнего уровня была причиной отсутствия организованного сообщества, объединенного общими интересами, согласованными правилами и политиками. Для заполнения этого пробела сообщество имен в рамках структуры ICANN было организовано следующим образом:

- Представители администрации национальных доменов были объединены в организацию поддержки национальных доменов — ccNSO.
- Для общих доменных имен также была создана организация поддержки — gNSO, однако ее структура оказалась куда более сложной и отражала широкий круг заинтересованных сторон: коммерческих организаций (бизнес, интеллектуальная собственность, интернет-сервис-провайдеры), некоммерческих организаций, а также регистратур и регистраторов.
- Наконец, интересы интернет-пользователей и правительств государств были учтены путем создания консультационных комитетов — ALAC (At-Large Advisory Committee) и GAC (Government Advisory Committee).

Описанная выше структура представляет органы, принимающие решения и определяющие политику, на основании которых IANA создает и обслуживает соответствующие реестры. При этом IANA, оставаясь подразделением ICANN, выполняет административные функции и не принимает активного участия в разработке политик.

Здесь самое время кратко остановиться на самой IANA.

Администрирование уникальных параметров Интернета. IANA

Как набор функций IANA существовала с начала 70-х гг. прошлого столетия в рамках проекта ARPANET, предтечи Интернета. Физически этот акроним был тождественен Джону Постелу — он придумал имя и выполнял все функции. В то время IANA являлась каталогом уникальных идентификаторов протоколов. За время своего существования IANA превратилась в центральную регистратуру различных параметров Интернета в трех областях.

1. Протоколы Интернета: здесь IANA отвечает за присвоение различных параметров (операционных кодов, номеров портов и протоколов, идентификаторов объектов), которые используются разнообразными протоколами.
2. Система доменных имен DNS: здесь IANA отвечает за содержимое корневой зоны и обслуживание запросов на ее изменение.
3. Адресное пространство IP: здесь IANA обслуживает глобальный пул, часть которого распределяется между региональными интернет-регистратурами (РИР), часть предназначается для системы мультикаст, а часть зарезервирована IETF для будущего использования.

Таким образом, в независимой децентрализованной культуре Интернета IANA отвечает за три централизованные, иерархические и чрезвычайно важные базы данных и связанные с ними услуги.

Чтобы понять место IANA в системе принятия решений, полезно рассмотреть различные роли, присутствующие в каждой из ее функций.

Определение политик, обслуживание регистратур и надзор

Для того чтобы лучше понять роль участников «экосистемы IANA» (рис. 77), стоит подробнее остановиться на трех основных аспектах глобальной регистратуры — политике, исполнении и надзоре.

Задачей всех вышеописанных структур принятия решений в отношении IANA является **выработка соответствующих политик**, начиная от создания специальных реестров и заканчивая правилами внесения изменений.

Так, сообщество IETF в процессе разработки протокола определяет необходимость создания реестра и правила его сопровождения. Эта «политика» документируется в разделе IANA considerations соответствующего стандарта. Документ RFC 5226 «Guidelines for Writing an IANA Considerations Section in RFCs»³² содержит практические рекомендации по разработке таких правил и их документации в этом разделе. Замечу, что ICANN в плане разработки или утверждения таких правил не играет никакой роли.

В отношении номерных ресурсов — IP-адресов и номеров автономных систем — дело касается утверждения глобальных политик — правил управления глобальным пулом номерных ресурсов, который администрирует IANA. Сами политики разрабатываются РИР-сообществами, но затем утверждаются ASO (Address Supporting Organization, Организация поддержки адресов) ICANN. Заключительным шагом является ратификация глобальной политики советом директоров ICANN. Эти политики действительны только в отношении реестров так называемых глобальных номерных ресурсов, делегированных РИРам для последующего распределения. Часть адресного пространства (и соответствующие

³² RFC 5226: Guidelines for Writing an IANA Considerations Section in RFCs, URL: <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc5226>

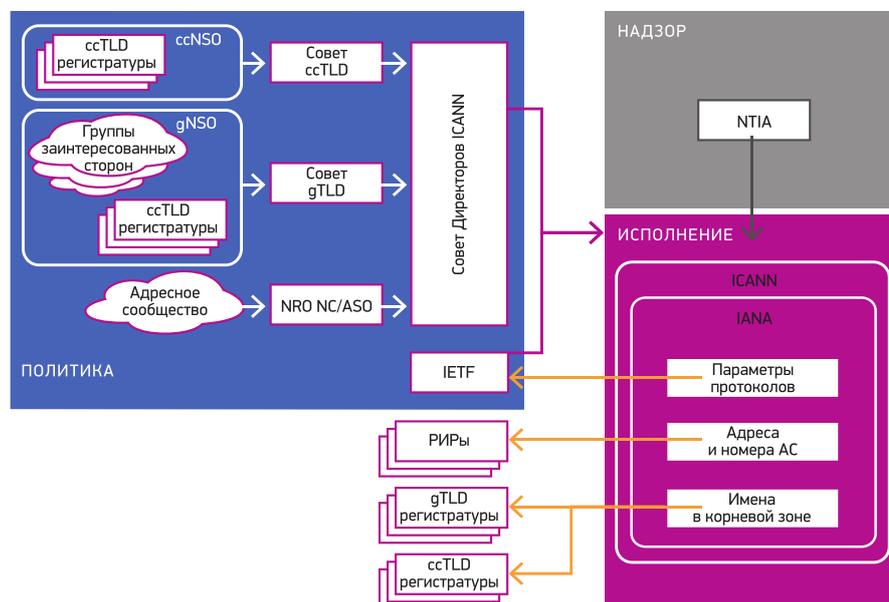


Рис. 77. Взаимодействие функций разработки политик, исполнения и надзора в «экосистеме» IANA до передачи ключевых функций.

реестры) обслуживается в соответствии с политикой IETF и является либо зарезервированной, либо предназначенной для специального использования³³.

Разработка политики в отношении доменов верхнего уровня, общих и национальных, происходит в рамках соответствующих организаций поддержки и координируется соответствующими советами – советом ccNSO и советом gNSO. Политики утверждаются советом директоров ICANN. Замечу, что большинство политик и рекомендаций, разработанных этими сообществами, непосредственно к IANA отношения не имеют. Эти политики регулируют деятельность регистраторов имен второго уровня в общих доменах верхнего уровня. Основные же правила, относящиеся к администрированию корневой зоны, – либо внешние (как, например, допустимые имена национальных доменов, определяемые стандартом ISO 3166-1), либо проходят как инструкции и рекомендации, разработанные самой ICANN (например, процесс делегирования).

Сама же IANA выполняет сугубо **административно-исполнительную функцию**, а именно обслуживает запросы на изменение соответствующих реестров:

³³ См. например <https://www.iana.org/assignments/iana-ipv4-special-registry/iana-ipv4-special-registry.xhtml>

- для доменных имен — собственно корневую зону, файл хинтов и базу данных доменов верхнего уровня, так называемую whois, содержащую, помимо прочего, контактную информацию администратора домена. В зону ответственности IANA входит регистрация имен в домене .int, а также информация и реестры, относящиеся к DNSSEC, — ключи точек доверия, материалы церемоний подписания и т.п.³⁴;
- для номерных ресурсов — реестры глобальных адресов и реестры номеров автономных систем³⁵;
- для параметров протоколов — различные реестры для протоколов, разработанных IETF³⁶.

До октября 2016 года функцию надзора выполняло правительство США в лице NTIA, поскольку именно это агентство министерства торговли являлось держателем договора на предоставление услуг IANA.

Для доменных имен агентство NTIA выполняло еще и дополнительную надзорную функцию, а именно утверждало любые изменения в корневой зоне и базе данных whois. Целью этой функции является проверка факта, что при обслуживании запроса на изменение ICANN следовала существующим правилам и процессу. Без этого утверждения Verisign, которая, собственно, технически обслуживает и публикует корневую зону, изменений в нее не внесет.

Эта схема существенно изменилась в результате передачи ключевых функций IANA мировому интернет-сообществу. Об этом мы поговорим в следующем разделе.

Передача ключевых функций IANA

14 марта 2014 года NTIA опубликовало заявление о намерении передать ключевые функции глобальной системы имен DNS в руки мирового сообщества³⁷. Заголовок заявления обозначил главную проблему, которую агентство NTIA предполагало решить, — исключение явного асимметричного присутствия правительства США в процессе принятия решений в отношении корневой зоны глобальной DNS — надзорной функции, о которой мы только что говорили. Однако проблема оказалась масштабнее, поскольку по исторической случайности правительство США, помимо уникальных имен корневой зоны DNS, оказалось формально вовлечено в администрирование других уникальных параметров Интернета: протоколов и адресов.

В своем заявлении NTIA обозначила процесс разработки плана передачи и основные требования к нему. ICANN поручалось создать заинтересованные

³⁴ <https://www.iana.org/domains>

³⁵ <https://www.iana.org/numbers>

³⁶ <https://www.iana.org/protocols>

³⁷ <https://www.ntia.doc.gov/press-release/2014/ntia-announces-intent-transition-key-internet-domain-name-functions>

стороны глобального интернет-сообщества для разработки плана. Результат должен быть поддержан широкими массами и удовлетворять четырем основным принципам:

1. Поддерживать и укреплять модель «мультистейколдеризма».
2. Обеспечивать безопасность, стабильность и прочность системы DNS.
3. Удовлетворять потребности и ожидания глобальных потребителей и партнеров услуг IANA.
4. Поддерживать открытость Интернета.

Отдельной строкой было выделено условие: роль NTIA не может быть передана государственной или межгосударственной организации.

В результате нескольких месяцев интенсивных дискуссий интернет-сообществом был согласован процесс создания плана передачи, согласно которому «операционные сообщества» — протоколов, номерных ресурсов и имен — должны разработать части плана, соответствующие их области деятельности, а созданная Координирующая Группа (IANA Stewardship Transition Coordination Group, ICG) должна скомпилировать общий согласованный план, при этом не добавляя ничего от себя.

В изначально установленный срок, 15 января 2015 года, были поданы два предложения — от протоколов и номерных ресурсов. Предложение от имен поступило пять месяцев спустя — 25 июня 2015 года. Наконец, к концу октября того же года группа ICG завершила работу над консолидированным предложением. Однако уже к концу лета было очевидно, что изначально план нереалистичен, и в сентябре 2015 года NTIA продлило контракт еще на один год, установив очередную целевую дату — сентябрь 2016.

Только 10 марта 2016 года Координирующая Группа ICG смогла одобрить общий согласованный план передачи IANA и направить окончательное предложение для передачи NTIA через Правление ICANN. Днем позже Правление ICANN постановило передать это предложение на рассмотрение NTIA.

В тот же день NTIA опубликовало на своем сайте заявление руководителя NTIA Лоренса Стриклинга (Lawrence E. Strickling)³⁸. В частности, он отметил: «Теперь NTIA начнет процесс рассмотрения этого предложения — мы надеемся, в течение 90 дней, — чтобы определить, соответствует ли оно критериям, которые мы определили, когда объявили о передаче».

В июне 2016 года NTIA подтвердило, что согласованный план соответствует четырем основным принципам, а двумя месяцами позже, в августе, сделало заявление о намерении не продлевать контракт³⁹. 30 сентября 2016 года за-

³⁸ <https://www.ntia.gov/blog/reviewing-iana-transition-proposal>

³⁹ <https://www.ntia.gov/blog/update-iana-transition>

вершился срок действия текущего контракта на предоставление услуг IANA, 16 лет спустя после его заключения.

Согласно плану, функции IANA перешли к оператору IANA, выполняющему их по контракту с ICANN. В настоящее время таким оператором является PTI (Post-Transition IANA), некоммерческая организация, аффилированная с ICANN. Надзорная функция перешла к сообществам IETF (IESG/IAB), Региональных Интернет-Регистратур (Review Committee) и самой корпорации ICANN (Customer Standing Committee, CSC), для которых PTI выполняет административные функции в отношении протоколов, адресов и имен соответственно. Новая структура управления показана на рис. 78.

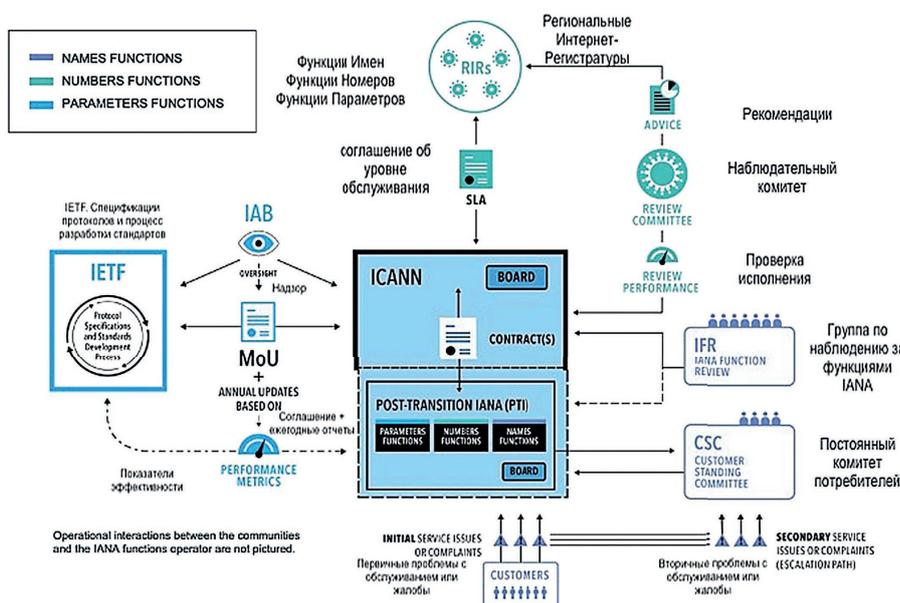


Рисунок 78. Структура IANA после передачи ключевых функций.

Всемирный саммит по вопросам информационного общества, WSIS

Вернемся, однако, обратно к 1998 году, к моменту создания ICANN. Как мы уже видели, хотя ICANN являлась формально независимой частной организацией, правительство США сформировало сеть договоров и протоколов о взаимопонимании, цементируя свою уникальную роль в централизованных функциях Интернета — координации и поддержке корневой зоны DNS, распределении адресных и номерных ресурсов, регистрации уникальных параметров протоколов. Это, безусловно, вызывало озабоченность правительств

других государств, которые также хотели видеть себя полноправными участниками принятия решений, затрагивающих глобальный Интернет.

Полномочия Government Advisory Committee (GAC, Правительственный консультативный комитет), который существовал в рамках структуры ICANN, были расширены в 2002 году⁴⁰, но роль его по-прежнему была консультативной. Для влияния на разработку и утверждение политик и правил представители правительств должны были участвовать в общественном процессе на равных. Недовольство росло еще и потому, что ICANN не являлась не только межгосударственной, но даже и «международной» организацией.

Всемирный саммит по вопросам информационного общества (World Summit on the Information Society, WSIS) включил в себя две конференции, организованные под эгидой ООН, — в 2003 году (Женева) и в 2005 году (Тунис). Саммит обнажил недовольство текущим положением дел со стороны некоторых правительств. Например, часть правительств развивающихся стран хотели бы видеть ICANN в рамках МСЭ, что позволило бы им участвовать в принятии решений равноправно с правительством США.

Ключевым являлся вопрос, что включает понятие «Управление Интернетом» и кто и как в нем может участвовать. Здесь столкнулись две точки зрения.

Первая, практическая, исходила из того, что Интернет в значительной степени — это результат совместной работы частного сектора, и он во многом обязан своему успеху именно отсутствию регулирования и «советов» правительств. Более радикальная версия этой позиции была провозглашена в 1996 году Джоном Барлоу (John Perry Barlow) в «Декларации независимости киберпространства»⁴¹.

Вторая, традиционная, отстаивала принцип, что принятие решений как на национальном, так и международном уровнях является прерогативой государства и основой демократического волеизъявления.

Конечно, в рамках WSIS примирить такие позиции было практически невозможно.

Самое существенное, о чем удалось договориться, — это «определение» управления использованием Интернета в рамках Тунисской программы для информационного общества. Оно звучит следующим образом: «Рабочее опре-

⁴⁰ В новом уставе ICANN предусматривалось, что CAG может консультировать Совет ICANN по вопросам политики. В случае, если совет решит не прислушиваться к рекомендациям, обе стороны постараются найти компромиссное решение. Если же совет по-прежнему настаивает на своей позиции, он может ее принять, но должен объяснить причины своего выбора

⁴¹ A Declaration of the Independence of Cyberspace, John Perry Barlow, <https://www.eff.org/cyberspace-independence>

деление управления использованием Интернета означает разработку и применение правительствами, частным сектором и гражданским обществом в рамках исполнения ими своих соответствующих ролей общих принципов, норм, правил, процедур принятия решений и программ, которые формируют условия для развития и использования Интернета⁴²».

Другим достижением явилась договоренность о проведении ежегодных конференций, где различные заинтересованные стороны, включая бизнесменов, пользователей, правительства и техническое сообщество, могли бы неформально обсуждать вопросы управления, координации Интернета и принятия решений. Эти конференции получили название «Форум по управлению Интернетом» (Internet Governance Forum, IGF). Важной особенностью IGF является то, что действуя под эгидой ООН, форум не имеет мандата принятия решений и резолюций. С одной стороны, это делает работу форума менее формальной, позволяет фокусироваться на реальных проблемах, а не на политической интриге. С другой стороны, отсутствует реальный стимул поиска общей точки зрения и возможных компромиссов, что значительно снижает эффективность этих мероприятий.

Подытоживая этот раздел, нужно заметить, что вопросы «управления Интернетом» далеки от однозначного решения. Во многом потому, что не совсем понятно: чем конкретно управлять? Правительства с трудом решают эти вопросы на национальном уровне, что уж говорить о выработке приемлемой глобальной позиции, выходящей за рамки общих принципов!

Наиболее конкретными являются три центральные функции IANA и ICANN. Из них регистрация параметров протоколов вряд ли привлекает внимание общественности — отчасти из-за узкотехнического характера, отчасти потому, что IANA по существу обслуживает регистратуру для протоколов IETF.

В отношении системы распределения адресных и номерных ресурсов делались попытки «захвата»: например, МСЭ выдвинул предложение о создании новой регистратуры, которая производила бы распределение адресов странам, а не сетям. Однако опустошение пула адресов IPv4 сделало эту идею гораздо менее привлекательной. Самой заметной функцией IANA и ICANN по-прежнему является координация корневого уровня DNS. Попытки построения более сбалансированной системы принятия решений в этой области во многом определили и продолжают определять ландшафт Internet Governance.

Начиная с 2020 года в рамках ООН началась работа по подготовке так называемого Глобального цифрового договора (Global Digital Compact). Согласно сайту ООН «ожидается, что Глобальный цифровой договор «обозначит общие принципы открытого, свободного и безопасного цифрового будущего для

⁴² Tunis Agenda for the Information Society,
<https://digitallibrary.un.org/record/565827?ln=en>

всех»⁴³. Вопросы, которые этот договор может охватить, включают связность, недопущение фрагментации Интернета, больший контроль индивидуумами использования своих персональных данных, права человека в Интернете и продвижение заслуживающего доверия Интернета путем введения критериев ответственности за дискриминацию и распространение ложного контента. Также предполагается, что Договор позволит укрепить систему многостороннего управления Интернетом. И хотя принцип «мультистейкхолдеризма» упоминается достаточно часто, роль неправительственных организаций в принятии решений не выглядит значительной, даже в качестве консультативной. Возможно, это признак взросления Интернета, который стал частью цифровой и телекоммуникационной индустрии, где национальное регулирование и международные договоры являются основными инструментами управления.

В 2025 году состоится подведение итогов 20-летия Тунисской программы. Сохранит ли Интернет свой уникальный статус и свойства – время покажет.

Заключение

Не существует схемы строения Интернета, отсутствуют и точные данные о его топологии. Сеть развивалась эволюционно, бесконтрольно, благодаря независимому взаимодействию ее компонентов – отдельных сетей, поставщиков услуг, провайдеров контента и, конечно, пользователей. Эта естественная эволюция превратила Интернет из технологической платформы в экосистему – со своими законами и подчас невидимыми взаимозависимостями между ее различными частями.

Основу технических «законов» составляют стандарты Интернета, большинство из которых разработаны в IETF и W3C. Существуют также принципы, рекомендуемые архитектурные решения и характер взаимодействия между отдельными компонентами. Сюда можно отнести и принцип прозрачности, и принцип сетевой нейтральности. Многие из них лишь частично находятся в технической плоскости и во многом затрагивают экономические аспекты и области регулирования. Отдельный раздел свода законов Интернета образуют политики и правила, с которыми мы познакомились, говоря о системе адресации, имен и разработки стандартов. Ну и конечно, существуют реальные законы, регулирующие деятельность в Интернете.

Помимо законов и принципов, развитие Сети во многом определяют экономические факторы. Независимые участники принимают решения и, взаимодействуя с другими, находят взаимовыгодные компромиссы. Взаимозависимости между компонентами Сети существуют благодаря глобальной связности,

⁴³ Глобальный цифровой договор,
<https://www.un.org/techenvoy/ru/global-digital-compact>

но их реальный характер, а также последствия одностороннего изменения такой зависимости зачастую трудно предположить.

Не существует генерального плана развития Сети. Скоро ли наступит переломный момент во внедрении IPv6 и сохранит ли уровень Интернета статус «универсального коннектора»? Или, подобно тому, как Интернет в свое время был построен на базе отживающих технологий телефонных сетей, на устаревающем фундаменте IP возникнет новая архитектура Сети, где центральным элементом станут данные, а не каналы, узлы и связность? Возникнут ли новые бизнес-модели — или мы, пользователи, и наши персональные данные будут целиком поглощены поставщиками контента и связанными с ними рекламодателями? Возможно ли эффективно решить вопросы кибербезопасности, защиты личных данных и интеллектуальной собственности без существенного изменения фундаментальных качеств Сети, таких как прозрачность, глобальная связность, открытость и доступность?

Предсказать будущее Интернета трудно, практически невозможно. В этом суть генерирующей платформы: с виду неприметные ростки могут завтра удивить нас неожиданными всходами, тогда как многомиллионные инвестиции оставят только след на бумаге. Точно ответить на эти вопросы поможет только время.