

Открытая архитектура Интернета как основа независимой эволюции

В рамках 81-й конференции IETF (Internet Engineering Task Force – основная организация по стандартизации протоколов Интернета, www.ietf.org) в июле этого года Internet Society (www.isoc.org) организовало дискуссию "Эволюция Интернета - где находится "там" и как отсюда туда попасть? 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 их точки зрения и 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, а новые приложения не перестают нас удивлять.

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.

Краткая история эволюции Интернета

В начале 1960 ряд исследователей, многие из которых в дальнейшем участвовали в проекте ARPANET, видели громадный потенциал возможности компьютеров обмениваться данными друг с другом. Установленное в 1965 году соединение между компьютерами в Массачусеттском Институте Технологии и Университете Южной Калифорнии явилось эмбрионом Интернета.

Интернет был рожден в 1969 году, когда компьютеры четырех университетских центров США были соединены между собой. До середины 70-х, когда имя Интернет вошло в обиход, он носил имя ARPANET. По сравнению с традиционными телефонными сетями, основанными на коммутации каналов, технологии ARPANET использовали коммутацию пакетов - данных ограниченного объема, заключенных в "конверты" с указанием источника и получателя. Эта технология позволила существенно упростить архитектуру сети и повысить ее надежность.

Электронная почта (e-mail) и telnet (удаленный доступ в режиме терминала) появились в ARPANET в 1972, а ftp (обмен файлами) - годом позже. В то же десятилетие была разработана архитектура TCP/IP, которая была окончательно внедрена в начале 1980-х.

В 1986 году основой сети являлась национальная опорная сеть США - NSFNET с пропускной способностью в 56К. Основные приложения Сети - e-mail, ftp и telnet, стали стандартными на компьютерах того времени, что послужило существенному увеличению числа пользователей, особенно в университетах и научных центрах.

В то время как e-mail и ftp позволяли пользователям поддерживать деловые и социальные контакты и обмениваться информацией, а telnet - использовать удаленные вычислительные ресурсы, разрабатывалось все больше приложений, позволяющих каталогизировать и находить информацию в Сети. Сегодня мало кто помнит приложения Archie, WAIS или gopher, которые явились предтечей сегодняшнего вэба и поисковых машин.

1989 год ознаменовал рождение нового протокола, который стал основой системы World Wide Web- http. В поисках возможности объединения распределенных информационных ресурсов - в основном, документов, хранящихся на различных компьютерах, - Тим Бернерс-Ли (Tim Berners-Lee), в то время сотрудник CERN, предложил идею гиперлинков, через которые пользователь может переходить с одного документа на другой, находящийся, возможно, на другом компьютере и на другом континенте.

До начала 90-х Интернет в США в основном финансировался государством и его использование было доступно только для научно-образовательных учреждений. Подобная ситуация была и в Европе. С начала 90-х начинается коммерциализация Интернета и появляется все больше услуг, предлагаемых обычным пользователям. Соответственно, растет и число пользователей Интернета.

Де-регулирование и приватизация рынка телекоммуникаций в конце 1990-х, появление и широкое распространение персональных компьютеров и скоростных модемов открыло невиданные горизонты для развития Интернета. Рост пропускной способности стимулировал создание новых форм информационного

контента, который в свою очередь требовал больших скоростей. Эта спираль инновации продолжается и сегодня, подстегнутая стремительным ростом мобильного Интернета и, как следствие, его размера и возможностей.

Генерирующие платформы

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

Несмотря на различия, наиболее важным качеством, которым обладают и Интернет и ПК является то, что обе эти технологии являются т.н. генерирующими платформами.

Если мы взглянем на традиционную телефонную сеть, то за свою более чем вековую историю набор услуг, предлагаемый абонентам, изменился удивительно 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 по принципу сверху-вниз телефонной компанией, которая до недавнего времени являлась государственной монополией в большинстве стран. Инновации вне ее контроля были невозможны и любые попытки пресекались.

Интернет и ПК оказались полной противоположностью такой среды. Как пишет в своей книге "Будущее Интернета и как его остановить" Джонатан Зиттрейн (Jonathan Zittrain, *The Future of the Internet—And How to Stop It*, <http://futureoftheinternet.org/>): "Революция ПК началась с персональных компьютеров, которые притягивали инновацию со стороны. То же самое можно сказать и об Интернете. Обе системы являлись генерирующими: они принимали любое нововведение, которое следовало базовому набору правил (которое либо было разработано для определенной операционной системы, либо работало на базе протоколов Интернета). [...] В этом смысле на компьютере могут выполняться программы, которых еще не существовало на момент его покупки. Производители ПК продавали потенциальную функциональность." Также 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.

Другими словами, так же, как ПК явился компьютером общего назначения, с колоссальным инновационным потенциалом (сравним - специализированные устройства), так и Интернет явился сетью общего назначения - оставляя ее пользователям определить как и для чего она им нужна.

В этой фундаментальной услуге сети, которая сама по себе не представляет ценности, нашел отражение один из основополагающих архитектурных принципов Интернета - принцип прозрачности или end-to-end principle. Суть его заключается в подходе, при котором 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 конкретно – маршрутизации и передачи 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 данных остается за оконечными устройствами-приложениями.

Помимо существенного упрощения сетевой архитектуры принцип прозрачности не позволял Сети обрести специализацию, что усложнило бы ее применение для других, пока неизвестных приложений. Благодаря этому принципу и соответствующей ему архитектуре Интернета, а также открытости стандартов, на которых построена вся система, входной порог участия был (и пока остается) чрезвычайно низким, а пользователи скорее 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 некоординированной связности разнородных сетей, каждая со своими параметрами производительности, технологиями и задачами. Взаимоотношения между сетями в большинстве сводятся к одному из двух вариантов - 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

Иновация инновации рознь. В своей книге "Дилемма Инноватора" Клейтон Кристенсен (Clayton M. Christensen, *The Innovator's Dilemma*) определил два типа: поддерживающую и разрушительную.

К первой группе относятся технологические нововведения, которые хорошо вписываются в существующую траекторию развития индустрии. Такие инновации позволяют ведущим компаниям делать то, что они делают, еще лучше и эффективнее. Ко второй группе относятся нововведения, многие из которых не имеют смысла и не соответствуют сегодняшним потребностям потребителей. Многие из них так и остаются полуреализованными идеями в мусорном ведре. Но малая толика, которая таки подхватывается рынком, позволяет нам делать вещи не лучше или эффективнее, а по-другому.

Благодаря своим принципам Интернет является плодородной почвой для таких подрывных, или революционных, инноваций. Низкий барьер к участию, независимое соиздание без необходимости получения разрешения, простота распределения услуги или продукта и непосредственный доступ к сотням миллионов пользователей - все эти факторы явились решающими в стремительном и продолжающем удивлять развитии Интернета.

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

Электронная почта - E-mail

История глобальной электронной почты, такой, 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). Идея использования подобной услуги для обмена документами и сообщениями между пользователями сети оказалась настолько востребованной, что e-mail явилась одним из ключевых приложений, стимулировавшей развитие раннего Интернета. Эта услуга была впервые документирована в документах серии RFC под номером 561 в 1973 году, более чем за десять лет до создания IETF. В 1980-е годы 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 лучшая утилизация канальной пропускной способности. В сетях коммутации каналов для возможности 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 - это принимать и передавать пакеты другим узлам - фрагменты данных определенного объема, заключенные в своего рода конверты с адресами отправителя и получателя, - в соответствии с их знанием топологии сети.

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 по времени, даже если никаких данных не передавалось, что, конечно, не соответствовало характеру работы Интернета.

Как следствие, Интернет развивался независимо от телефонных сетей и телефонных компаний, с которыми, впрочем, у строителей Интернета в прошлом веке велась временами острая борьба за независимость.

Сетевая архитектура и топология сети сетей

По мере роста ARPANET потребовался переход от монолитной сети к менее централизованной топологии, включавшей опорную сеть NSFNET и подключенные к ней региональные сети. Разработанный для поддержки новой архитектуры протокол маршрутизации BGP (Border Gateway Protocol) явился критическим в дальнейшем развитии Интернета как Сети сетей. Текущая версия протокола - 4, внедренная в Интернете в 1994 году, используется и по сей день. Это было последнее существенное изменение в системе маршрутизации Интернета.

Гипертекст и WWW

Электронная почта и telnet явились первыми приложениями, определившими популярность Интернета. Однако по мере роста информационных ресурсов Интернета все острее стояла задача организации информации в Сети. Все больше разрабатывалось приложений, таких как Archie, WAIS, gopher, которые позволяли искать и каталогизировать информацию. Но всех их победил WWW, основанный на языке создания документов HTML и протоколе HTTP.

Одним из факторов, определившим успех Всемирной Паутины, явилось то, 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, придавшим стиль и цвет документам и по-существу открывшим 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, положившими 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 честной конкуренции между ними. В Европейском Союзе либерализация телекоммуникационных услуг была в основном завершена к началу 1998. Изменилась и задача государственного регулирования 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 1995-2000 ознаменовался необыкновенным расцветом бизнеса и ростом числа компаний в секторе информационных технологий. В соответствии с теорией того времени, развитие и выживание компании зависело от скорейшего расширения базы ее пользователей, даже если бизнес приносил значительные убытки. Например, Google и Amazon, а также многие тысячи других компаний являлись убыточными в течение нескольких первых лет после их появления на рынке. На пике бума для успешного выхода на рынок и создания значительного капитала на бирже требовались не столько бизнес – план или востребованные услуги, сколько суффикс .com в названии компании (отсюда и название этого периода). Несмотря на отсутствие прибыли, компании росли в цене, поскольку цены на акции также росли. Биржевая пирамида рухнула в начале 2000, оставив тысячи потенциальных миллионеров с пустыми руками. Вместе с мыльным пузырем пропали и многие «стартапы».

Однако этому периоду сопутствовал небывалый уровень практически неограниченной инновации, 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, в сторону бесплатного предоставления самих услуг, так любимого пользователями Интернета, и получения прибыли от рекламы и других вторичных услуг, например от услуг поддержки.

Поисковые машины

Попытки организовать информацию в Интернете делались еще до появления вэба. 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 вэб-пространстве. Первой полнотекстовой машиной (до этого индексировались только заголовки вэб-страниц) явился появившийся в 1994 WebCrawler. За ним последовали 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 возвращать 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. Относительно низкие скорости мобильной связи, высокие цены и отсутствие контента и услуг, специально спроектированных для использования на мобильных устройствах малого размера, - все это привело к тому, что революционного скачка в использовании Интернета в 1996 году не случилось.

Эта революция началась в 2007 году с объявления Стивеном Джобсом о начале продаж фирмой Apple мобильного телефона - iPhone. Обязательный безлимитный тариф на передачу данных, онлайн AppStore, уже хорошо знакомый пользователям других мобильных устройств Apple и с самого начала предлагающий широкий выбор приложений, определили новый стандарт работы в Интернете.

По существу iPhone явился первым элегантным и интуитивным интерфейсом в Интернет, сделав его доступным небывало широкому кругу пользователей в любое время и в любом месте. За ним последовали другие.

Сегодня прогноз погоды мы получаем нажатием на солнечную пиктограмму, вместо набора адреса сайта метеослужбы. iPhone и его конкуренты изменили характер нашего взаимодействия со многими приложениями Интернета благодаря возможности постоянного присутствия, геолокации и простоты использования.

Динамика инновации

Прежде чем продолжить разговор о динамике инновации в Итернете, давайте кратко остановимся на архитектуре протоколов. Традиционно архитектура протоколов Интернета представлена пятиуровневой моделью (рис. 1).

Сетевая модель Интернета

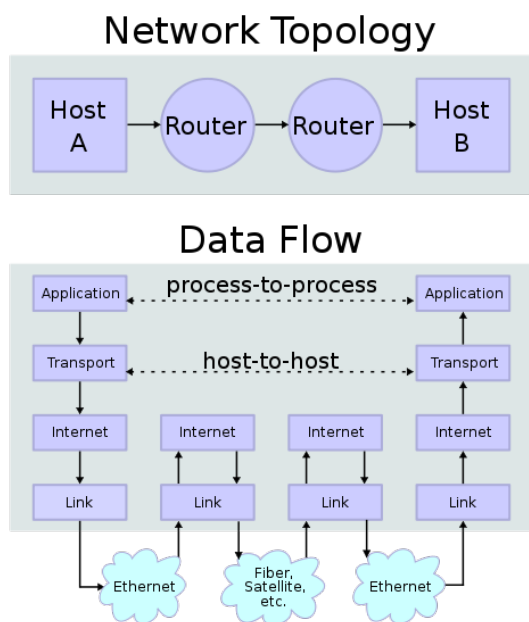


Рисунок 1. Сетевая модель Интернета и принцип прозрачности на уровне транспорта (хост-хост) и приложений (процесс-процесс). Источник: http://en.wikipedia.org/wiki/File:IP_stack_connections.svg

Протоколы физического уровня (physical layer) осуществляют преобразование данных в электрические или оптические сигналы для передачи в физической среде - кабеле или радиозэфире.

Полученные с физического уровня данные обрабатываются протоколами канального уровня (link layer), которые упаковывают данные в кадры, проверяют их целостность и, если нужно, исправляют ошибки. Эти данные в свою очередь передаются сетевому уровню.

Сетевому уровню (network layer), или уровню интернет, отвечает за передачу данных между различными сегментами сети. Этому уровню принадлежат такие протоколы как IP (Internet Protocol - IPv4, IPv6), ICMP, IPsec.

Транспортный уровень (transport layer) предоставляет услуги передачи данных для приложений, работающих на конечных устройствах. В модели TCP/IP транспортный уровень обеспечивает такие параметры передачи данных как установление соединения, надежность, контроль загрузки сети, и т.п. Наиболее известными протоколами этого уровня являются TCP и UDP.

Наконец уровень приложений (application layer) позволяет приложениям взаимодействовать между собой.

Как видно из рис. 1, принцип прозрачности осуществляется на транспортном уровне и уровне приложений, в то время как функциональность Сети ограничена сетевым уровнем и ниже. Интернет является открытой и генерирующей платформой во многом благодаря этой многоуровневой модели протоколов и принципу прозрачности.

Как заметил Тим Бернерс-Ли, создатель Всемирной Паутины, во время конференции INET в Нью-Йорке, "я запустил сервер на одном компьютере, набрал url в браузере на другом компьютере, и браузер сделал запрос в DNS - системе, которая уже существовала долгое время, и 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 относительно приложений, 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

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 может ограничиться вэб-серфингом (протокол HTTP), в то время как другой пользователь также активно пользуется системами мгновенного обмена сообщениями (протоколы XMPP, SIP и другие). Некоторые специализированные устройства могут задействовать только протокол UDP на транспортном уровне.

Также велико разнообразие используемых протоколов на уровнях ниже IP. Сегменты сети могут использовать различные технологии - беспроводная связь, Ethernet, соединения точка-точка. Эти сегменты могут быть реализованы с помощью различных физических носителей - витая пара, радио, оптическое волокно.

Если расположить протоколы Интернета на соответствующих уровнях - диаграмма напомнит песочные часы, шейкой которых является протокол IP, рис. 2.

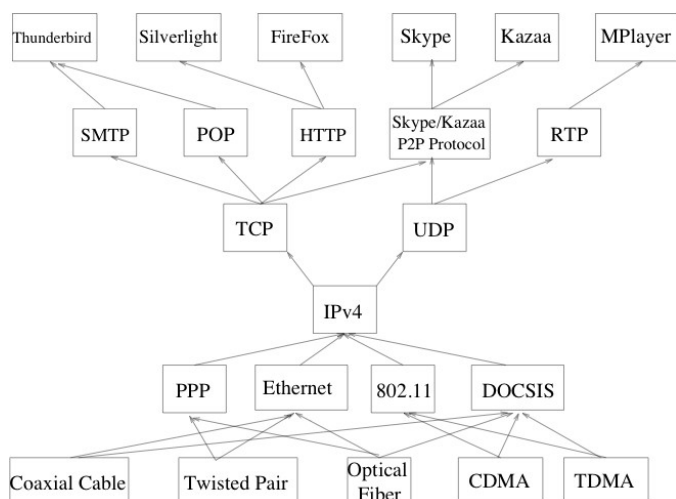


Рисунок 2. "Песочные часы" стека протоколов Интернета. С разрешения Saamer Akhshabi и Constantine Dovrolis, Georgia Institute of Technology

Это существенное различие в разнообразии также отражает различие в степени инновации. По мере удаления от шейки песочных часов увеличивается степень инновации. Изменения на уровне приложений наиболее впечатляющи - каждый день появляются новые приложения и в некоторых случаях это связано с появлением новых протоколов.

Также мы наблюдаем инновацию на канальном и физическом уровне, направленную на увеличение пропускной способности и качества сегментов сети.

Изменения на сетевом уровне чрезвычайно затруднительны. Основной протокол этого уровня IPv4 в этом году справляет свое тридцатилетие! Его основной конкурент только сейчас показывает некоторые признаки активности, несмотря на декаду усилий со стороны технического сообщества, производителей оборудования, государства и т.п. по его внерению.

Исследователи из Института Технологии штата Джорджия (Georgia Institute of Technology) на основе численного моделирования показали, что форма стека в виде песочных часов неслучайна и является результатом естественной эволюции. Используя многоуровневую модель, построенную на нескольких принципах взаимодействия протоколов, исследователи анализировали процесс выживаемости протокола и, как следствие формирование определенного стека протоколов (<http://www.cc.gatech.edu/~sakhshab/evoarch-extended.pdf>).

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 определяется уровнем "генеральности" протокола. Чем выше "генеральность" протокола или, другими словами, чем более универсальные услуги он предоставляет, тем статистически больше протоколов верхнего уровня пользуются его услугами.

Чем больше протоколов пользуются услугами протокола, тем выше его ценность. В случае, если услуги протоколов одного уровня значительно пересекаются, эти протоколы начинают конкурировать и выигрывает протокол с большей ценностью.

Моделирование с абстрактными моделями стеков 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" здесь также

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. Реальным примером этого является 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 и на протоколы более высокого уровня, например на транспортные протоколы и даже на протоколы уровня приложений. К примеру, популярность веб-технологий и протокола HTTP делают его универсальным и очень конкурентоспособным, а выживание других, более специализированных протоколов, - проблематичным. Протокол HTTP является реальным кандидатом на новую шейку песочных часов Интернета.

Эти изменения, кстати, могут иметь далеко идущие архитектурные последствия как для Интернета, так и для ПК. Во-первых, принцип прозрачности теперь применяется на уровне HTTP, требуя от Сети лишь надежной передачи веб-трафика, не беспокоясь о 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

Предсказание 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-Регистратуры (www.nro.net), ни IETF (www.ietf.org) не имеют такого статуса.

Однако благодаря стремительному развитию Интернета для традиционных структур он до недавнего времени оставался "гадким утенком". 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, изменения статуса кво. Как и в любом эволюционном процессе часть этих мутаций является тупиковыми путями, часть же вызывает долгосрочные изменения, как хорошие, так и плохие. Интернет сегодня это, - с одной стороны, доступ к уникальной кладовой информации, 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 развивается на одной и той же технологической платформе.

В то же время все острее стоят вопросы использования и регулирования Интернета, которые сегодня связаны с вопросами национальной безопасности, борьбы с кибер-преступностью и терроризмом, защиты интеллектуальных прав. Решение этих вопросов, несмотря на их остроту, требует обдуманного и зачастую деликатного подхода. Многие "традиционные" решения, будучи перенесены на Интернет-почву, не только малоэффективны или просто не работают, но также 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. Например, "оптимизация" трафика в сетях доступа для повышения качества услуги или предотвращения монополизации ресурсов определенными приложениями. Трафик реального времени получает преимущество за счет веб-трафика. Или, в более агрессивном варианте, оператор навязывает пользователям свои предпочтения по отношению к информационным ресурсам, например к собственной поисковой машине, или блокирует использование определенных приложений, например, Skype или BitTorrent. Решения такого рода, помимо того, что ограничивают свободу выбора, разрушают принцип прозрачности Сети, которая распространяется далеко за пределами сети оператора. Отдельные сегменты Сети начинают выполнять дополнительные

функции, неожиданные для оконечных устройств, что усложняет появление новых приложений.

Чем более фундаментальные "строительные блоки" Интернета затрагивает предлагаемое решение, тем больше риск непредвиденных долгосрочных последствий, негативный эффект которых может намного 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 возможности создания 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 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, просто 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, является лишь мета-приложением 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 низким инновационным потенциалом. Вспомните протокол IP, образующий шейку «песочных часов» стека протоколов Интернета. Конкуренция практически невозможна на этом уровне и любые изменения в существующий протокол по-существу отторгаются системой.

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

Отсутствие естественных факторов, стимулирующих инновацию и изменения, которые мы наблюдаем на верхних и нижних уровнях протоколов, делают внедрение новых функций в глобальном масштабе грандиозной задачей. Говорят об оссификации, или окостенении этих протоколов, отражающей 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 используются. Наконец система маршрутизации Интернета основана на транзитивном доверии, обеспечивая беспрепятственное распространение ошибок и большой и маленькой лжи кого-либо из более 38 тысяч 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. Несмотря на то, что степень функциональности и безопасности таких решений - ниже предлагаемых расширений фундаментальных протоколов, возможность их независимого и некоординируемого внедрения и немедленного локального улучшения ситуации, делает их привлекательной альтернативой долгосрочным изменениям окостеневших протоколов. Примерами таких решений является применение систем мультиплексирования адресов NAT, сертификатов SSL/TLS для вэб-сайтов, использование эвристических фильтров маршрутов.

Заключение

История Интернета началась с четырех соединенных суперкомпьютеров. Сегодня Интернет объединяет более 2 миллиардов людей. В конце прошлого года в Интернете насчитывалось 255 миллионов вэб-сайтов, причем почти 10% из них появились в 2010. Каждый день в Интернете передается 294 миллиарда почтовых сообщений, 2 миллиарда видео-клипов просматриваются на YouTube ежедневно, куда каждую минуту закачивается 35 часов нового видео материала! Эти факты с большими числами можно продолжить и многие из них поражают воображение (<http://royal.pingdom.com/2011/01/12/internet-2010-in-numbers/>). 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 потоки все больше являются не результатом действий пользователя, а иницируются т.н. “умными объектами”, которыми завтра могут стать сегодняшняя 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, которая неотделима 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. С другой стороны, на более высоком уровне мы наблюдаем образование новой генерирующей платформы, основанной на веб-технологиях и протоколе HTTP. Означает ли это ограничение конкуренции в Интернет в целом и относительное уменьшение инновации?

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?

Предсказать будущее в отношении Интернета трудно, если не невозможно. В этом суть генерирующей платформы – с виду неприметные ростки могут завтра удивить нас неожиданными всходами. Точно ответить на эти вопросы нам поможет только время.

Андрей Робачевский, Менеджер по программам Internet Society

Мнения, представленные в статье, не обязательно отражают официальную позицию Internet Society