**История возникновения Интернет**

Голубев Сергей, Ученик 8С класса Нарвской Гуманитарной гимназии

В начале ARPA сотворила ARPANET.

И была ARPANET безвидна и пуста.

И дух ARPA носился над сетью.

И сказала ARPA:-«Да будет протокол!» И стал протокол. И увидела ARPA, что это хорошо.

**Введение**

Революционизирующее влияние Интернета на мир компьютеров и коммуникаций не имеет исторических аналогов. Изобретение телеграфа, телефона, радио и компьютера подготовило почву для происходящей ныне беспрецедентной интеграции.

Интернет одновременно является и средством общемирового вещания, и механизмом распространения информации, и средой для сотрудничества и общения людей, охватывающей весь земной шар.

Интернет представляет собой один из наиболее успешных примеров того, какую пользу могут принести долгосрочные вложения, поддержка исследований и разработки информационной инфраструктуры. Начиная с ранних исследований в области пакетной коммутации, американское правительство, промышленность и академическая наука оставались партнерами в развитии и развертывании этой новой изумительной технологии. В наши дни словосочетания вроде "berners-lee@hotmail.com" и "www.w3.org" легко слетают с языка первого встречного.

Сейчас об Интернете, в том числе об истории, технологии и использовании этой всемирной Сети, написано очень много. Почти в любом книжном магазине можно найти целые полки, заставленные трудами по этой тематике.

История вращается вокруг четырех различных аспектов.

На первое место следует поставить технологическую эволюцию, которая началась с ранних исследований по пакетной коммутации, сети ARPANET и по смежным вопросам. Современные исследования продолжают расширять инфраструктурные горизонты сразу по нескольким направлениям, включая масштабирование, повышение эффективности и высокоуровневую функциональность.

Вторым аспектом является эксплуатация и управление глобальной, сложной инфраструктурой.

Третьим можно назвать социальный аспект, приведший к образованию широкого сообщества "интернетчиков", совместно работающих над созданием и развитием технологии.

Наконец, присутствует и аспект коммерциализации, проявляющийся в чрезвычайно эффективном превращении результатов исследований в повсеместно развернутую, широко доступную информационную инфраструктуру, каковой в наши дни является Интернет.

Первоначальный прототип Интернета часто называют Национальной (а также Глобальной, или Галактической) Информационной Инфраструктурой. История Интернета сложна, она включает в себя много сторон, а говоря обобщенно, - технологический, организационный и социальный аспекты.

Влияние Интернета распространяется не только на технологическую область компьютерных коммуникаций; оно пронизывает все общество по мере того, как все более широкое распространение получают оперативные средства электронной коммерции, получения знаний и совершения общественных действий.

**Истоки Интернет**

Первым документальным описанием социального взаимодействия, которое станет возможным благодаря Сети, была серия заметок, написанных Дж. Ликлайдером (J.C.R. Licklider) из Массачусетского технологического института (MIT) в августе 1962 года. В этих заметках обсуждалась концепция "Галактической сети" (Galactic Network). Автор предвидел создание глобальной сети взаимосвязанных компьютеров, с помощью которой каждый сможет быстро получать доступ к данным и программам, расположенным на любом компьютере. По духу эта концепция очень близка к современному состоянию Интернета. После второй мировой войны, продемонстрировав друг другу и остальному миру наличие ядерного и водородного оружия, Советский Союз и США начали разработку ракетных носителей для доставки этого оружия. Уже в 1947 году США ввели по отношению к Советскому Союзу санкции, ограничивающие экспорт стратегических товаров и технологий. Эти ограничения были окончательно сформулированы и оформлены в 1950 году созданным координационным комитетом по многостороннему стратегическому экспортному контролю - КОКОМ. Соперничество двух ведущих держав мира стало захватывать сферу науки и технологий.

4 октября 1957 года Советский Союз запустил первый искусственный спутник Земли, что показало отставание США. Запуск первого искусственного спутника и послужил причиной подписания президентом США Дуайтом Эйзенхауэром документа о создании в рамках министерства обороны Агентства по перспективным научным проектам и исследованиям – DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency). В октябре 1962 года Ликлайдер стал первым руководителем исследовательского этого компьютерного проекта. Управление Advanced Research Projects Agency (ARPA) сменило название на Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA) в 1971 году, затем вернулось к прежнему названию ARPA в 1993 году и, наконец, снова стало именоваться DARPA в 1996 году. В статье используется текущее название – DARPA. Ликлайдер сумел убедить своих преемников по работе в DARPA - Ивана Сазерленда (Ivan Sutherland) и Боба Тейлора (Bob Taylor), а также исследователя из MIT Лоуренса Робертса в важности этой сетевой концепции.

Леонард Клейнрок из MIT опубликовал первую статью по теории пакетной коммутации в июле 1961 года, а первую книгу - в 1964 году. Клейнрок убедил Робертса в теоретической обоснованности пакетных коммутаций (в противоположность коммутации соединений), что явилось важным шагом по пути создания компьютерных сетей. Другим ключевым шагом должна была стать организация реального межкомпьютерного взаимодействия. Для исследования этого вопроса Робертс совместно с Томасом Меррилом (Thomas Merrill) в 1965 году связал компьютер TX-2, расположенный в Массачусетсе, с ЭВМ Q-32, находившейся в Калифорнии. Связь осуществлялась по низкоскоростной коммутируемой телефонной линии. Таким образом, была создана первая в истории (хотя и маленькая) нелокальная компьютерная сеть. Результатом эксперимента стало понимание того, что компьютеры с разделением времени могут успешно работать вместе, выполняя программы и осуществляя выборку данных на удаленной машине. Стало ясно и то, что телефонная система с коммутацией соединений абсолютно непригодна для построения компьютерной сети. Убежденность Клейнрока в необходимости пакетной коммутации получила еще одно подтверждение.

В конце 1966 года Робертс начал работать в DARPA над концепцией компьютерной сети. Довольно быстро появился план ARPANET, опубликованный в 1967 году. На конференции, где Робертс представлял свою статью, был сделан еще один доклад о концепции пакетной сети. Его авторами были английские ученые Дональд Дэвис (Donald Davies) и Роджер Скентльбьюри (Roger Scantlebury) из Национальной физической лаборатории (NPL). Скентльбьюри рассказал Робертсу о работах, выполнявшихся в NPL, а также о работах Пола Бэрена (Paul Baran) и его коллег из RAND (американская некоммерческая организация, занимающаяся стратегическими исследованиями и разработками). В 1964 году группа сотрудников RAND написала статью по сетям с пакетной коммутацией для надежных голосовых коммуникаций в военных системах. Оказалось, что работы в MIT (1961 - 1967), RAND (1962 - 1965) и NPL (1964 - 1967) велись параллельно при полном отсутствии информации о деятельности друг друга. Разговор Робертса с сотрудниками NPL привел к заимствованию слова "пакет" и решению увеличить предлагаемую скорость передачи по каналам проектируемой сети ARPANET с 2,4 Кб/с до 50 Кб/с. Публикации RAND стали причиной возникновения ложных слухов о том, что проект ARPANET как-то связан с построением сети, способной противостоять ядерным ударам. Создание ARPANET никогда не преследовало такой цели. Только в исследовании RAND по надежным голосовым коммуникациям, не имевшем прямого отношения к компьютерным сетям, рассматривались условия ядерной войны. Однако в более поздних работах по Интернет-тематике действительно делался акцент на устойчивости и живучести, включая способность продолжать функционирование после потери значительной части сетевой инфраструктуры.

В августе 1968 года, после того как Робертс и организации, финансируемые из бюджета DARPA, доработали общую структуру и спецификации ARPANET, DARPA выпустило запрос на расценки (Request For Quotation, RFQ), организовав открытый конкурс на разработку одного из ключевых компонентов - коммутатора пакетов, получившего название Интерфейсный процессор сообщений (Interface Message Processor, IMP). В декабре 1968 года конкурс выиграла группа во главе с Фрэнком Хартом (Frank Heart) из компании Bolt-Beranek-Newman (BBN).

После этого роли распределились следующим образом. Команда из BBN работала над Интерфейсными процессорами сообщений, Боб Кан принимал активное участие в проработке архитектуры ARPANET, Робертс совместно с Ховардом Фрэнком (Howard Frank) и его группой из Network Analysis Corporation проектировали и оптимизировали топологию и экономические аспекты сети, группа Клейнрока из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (UCLA) готовила систему измерения характеристик сети. Другими активными участниками проекта были Винт Серф, Стив Крокер (Steve Crocker) и Джон Постел (John Postel). Позднее к ним присоединились Дэвид Крокер (David Crocker), которому суждено было сыграть важную роль в документировании протоколов электронной почты, и Роберт Брейден (Robert Braden), выполнивший первые реализации протоколов NCP и TCP для мейнфреймов IBM и внесший впоследствии существенный вклад в работу групп ICCB (Internet Configuration Control Board - Совет по конфигурационному управлению Интернетом) и IAB (Internet Architecture [ранее - Activities] Board, Совет по архитектуре Интернета).

Благодаря тому, что Клейнрок уже в течение нескольких лет был известен как автор теории пакетной коммутации и как специалист по анализу, проектированию и измерениям, его Сетевой измерительный центр в UCLA был выбран в качестве первого узла ARPANET. Тогда же, в сентябре 1969 года, компания BBN установила в Калифорнийском университете первый Интерфейсный процессор сообщений и подключила к нему первый компьютер. Второй узел был образован на базе проекта Дуга Энгельбарта (Doug Engelbart) "Наращивание человеческого интеллекта" в Стэнфордском исследовательском институте (SRI). (Следует отметить, что частью проекта Энгельбарта была ранняя гипертекстовая система NLS.)

В SRI организовали Сетевой информационный центр, который возглавила Элизабет Фейнлер (Elizabeth [Jake] Feinler). В функции центра входило поддержание таблиц соответствия между именами и адресами компьютеров, а также обслуживание каталога запросов на комментарии и предложения (Request For Comments, RFC). Через месяц, когда SRI подключили к ARPANET, из лаборатории Клейнрока было послано первое межкомпьютерное сообщение. Двумя следующими узлами ARPANET стали Калифорнийский университет в городе Санта-Барбара (UCSB) и Университет штата Юта. В этих университетах развивались проекты по прикладной визуализации. Глен Галлер (Glen Guller) и Бартон Фрайд (Burton Fried) из UCSB исследовали методы отображения математических функций с использованием дисплеев с памятью, позволяющих справиться с проблемой перерисовки изображения по сети. Роберт Тейлор и Иван Сазерленд в Юте исследовали методы рисования по сети трехмерных сцен.

Таким образом, к концу 1969 года четыре компьютера были объединены в первоначальную конфигурацию ARPANET - взошел первый росток Интернета. Следует отметить, что уже на этой ранней стадии велись исследования, как по сетевой инфраструктуре, так и по сетевым приложениям. Эта традиция не нарушена и в наши дни.

В последующие годы число компьютеров, подключенных к ARPANET, быстро росло. Одновременно велись работы по созданию функционально полного протокола межкомпьютерного взаимодействия и другого сетевого программного обеспечения. В декабре 1970 года Сетевая рабочая группа (Network Working Group, NWG) под руководством С. Крокера завершила работу над первой версией протокола, получившего название Протокол управления сетью (Network Control Protocol, NCP). После того, как в 1971 - 1972 годах были выполнены работы по реализации NCP на узлах ARPANET, пользователи сети наконец смогли приступить к разработке приложений.

В октябре 1972 года Роберт Кан организовал большую, весьма успешную демонстрацию ARPANET на Международной конференции по компьютерным коммуникациям (International Computer Communication Conference, ICCC). Это был первый показ на публике новой сетевой технологии. Также в 1972 году появилось первое "горячее" приложение - электронная почта. В марте Рэй Томлинсон (Ray Tomlinson) из BBN, движимый необходимостью создания для разработчиков ARPANET простых средств координации, написал базовые программы пересылки и чтения электронных сообщений.

Позже Робертс добавил к этим программам возможности выдачи списка сообщений, выборочного чтения, сохранения в файле, пересылки и подготовки ответа. С тех пор более чем на десять лет электронная почта стала крупнейшим сетевым приложением. Для своего времени электронная почта была тем же, чем в наши дни является Всемирная паутина, - исключительно мощным катализатором роста всех видов межперсональных потоков данных.

**Концепция**

Первоначальная концепция объединения сетей ARPANET постепенно должна была перерасти в Интернет. Интернет основывается на идее существования множества независимых сетей почти произвольной архитектуры, начиная от ARPANET - пионерской сети с пакетной коммутацией, к которой вскоре должны были присоединиться пакетные спутниковые сети, наземные пакетные радиосети и т.д. Интернет в современном понимании воплощает ключевой технический принцип открытости сетевой архитектуры. При подобном подходе архитектура и техническая реализация отдельных сетей не навязываются извне; они могут свободно выбираться поставщиком сетевых услуг при сохранении возможности объединения с другими сетями посредством метауровня "Межсетевой архитектуры". Однако в описываемое нами время существовал только один общий метод объединения сетей - традиционная коммутация соединений, когда сети объединяются на канальном уровне, а отдельные биты передаются в синхронном режиме по сквозному соединению между двумя оконечными системами. Напомним, что в 1961 году Клейнрок в своих работах указал на преимущества пакетной коммутации. Эти идеи в сочетании со специализированными устройствами межсетевой связи могли стать основой иного подхода. Были и другие частные методы объединения различных сетей, однако они требовали, чтобы одна сеть выступала как часть другой, а не как равноправный партнер по предоставлению сквозных (от одной оконечной системы до другой) сервисов.

Открытая сетевая архитектура подразумевает, что отдельные сети могут проектироваться и разрабатываться независимо, со своими уникальными интерфейсами, предоставляемыми пользователям или другим поставщикам сетевых услуг, включая услуги Интернета. При проектировании каждой сети могут быть приняты во внимание специфика окружения и особые требования пользователей.

Вообще говоря, не накладывается никаких ограничений на типы объединяемых сетей или их территориальный масштаб, хотя, конечно, прагматические соображения должны сузить спектр возможных решений.

Идея открытой сетевой архитектуры была впервые высказана Каном в 1972 году, вскоре после того, как он начал работать в DARPA. Деятельность, которой занимался Кан, первоначально была частью программы разработки пакетных радиосетей, но впоследствии она переросла в полноправный проект под названием "Internetting". Ключевым для работоспособности пакетных радиосистем был надежный сквозной протокол, способный поддерживать эффективные коммуникации, несмотря на радиопомехи или временное затенение, вызванное особенностями местности или пребыванием в туннеле. Сначала Кан предполагал разработать протокол, специфичный для пакетных радиосетей, поскольку это избавило бы от необходимости иметь дело с множеством различных операционных систем и позволило бы продолжать использовать протокол NCP.

Однако NCP не содержал средств для адресации сетей (и машин), расположенных за IMP-устройством в месте назначения, так что некоторые модификации NCP все же были необходимы. (Первоначально предполагалось, что динамические изменения ARPANET невозможны.) В обеспечении сквозной надежности протокол NCP полагался на ARPANET. Если какие-то пакеты терялись, протокол (и, естественно, поддерживаемые им приложения) должны были остановиться. В модели NCP отсутствовало сквозное управление ошибками, поскольку ARPANET должна была являться единственной существующей сетью, причем настолько надежной, что от компьютеров не требовалось умения реагировать на ошибки.

В итоге Кан решил разработать новую версию протокола, удовлетворяющую требованиям окружения с открытой сетевой архитектурой. Этот протокол позднее будет назван Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP - Протокол управления передачей/Межсетевой протокол). В то время как NCP действовал в духе драйвера устройства, новинка должна была в большей мере напоминать коммуникационный протокол.

В основу своих первоначальных рассуждений Кан положил четыре принципа:

Каждая сеть должна сохранять свою индивидуальность. При подключении к Интернету сети не должны подвергаться внутренним переделкам.

Коммуникации должны идти по принципу "максимум возможного". Если пакет не прибыл в пункт назначения, источник должен вскоре повторно передать его.

Для связывания сетей должны использоваться черные ящики; позднее их назовут шлюзами и маршрутизаторами. Шлюзы не должны хранить информацию об отдельных протекающих через них потоках данных. Они должны оставаться простыми, без сложных средств адаптации и восстановления после разного рода ошибочных ситуаций.

На эксплуатационном уровне не должно существовать глобальной системы управления.

Другими ключевыми проблемами, нуждавшимися в решении, были:

Алгоритмы, препятствующие разрыву связи из-за потери пакетов и позволяющие источнику повторно передать их.

Средства "конвейеризации" потоков данных между компьютерами, позволяющие маршрутизировать множество пакетов на всем пути от отправителя до получателя с точностью до компьютеров, участвующих в процессе передачи, если промежуточные сети дают такую возможность.

Функции шлюзов, позволяющие им правильно перенаправлять пакеты. Имеется в виду интерпретация IP-заголовков для маршрутизации, обслуживание интерфейсов, разделение пакетов на более мелкие, если это необходимо, и т.п.

Необходимость сквозного контрольного суммирования, пересборки пакетов из фрагментов, выявления повторяющихся пакетов при появлении таковых.

Необходимость глобальной адресации.

Методы сквозного управления потоками данных.

Взаимодействие с различными операционными системами.

Были и другие проблемы, например, эффективность реализации и производительность объединенной сети, но первоначально их отодвинули на второй план.

Кан начал работать над коммуникационно-ориентированными принципами операционных систем, еще будучи сотрудником BBN. Он зафиксировал некоторые из своих ранних соображений в виде внутреннего меморандума BBN, озаглавленного "Коммуникационные принципы операционных систем" ("Communications Principles for Operating Systems"). Кан понял, что для эффективного встраивания любого нового протокола необходимо изучить детали реализации каждой операционной системы. В результате весной 1973 года, после образования проекта "Internetting", Кан пригласил Винта Серфа (работавшего в то время в Стэнфорде) для совместной работы над детальной спецификацией протокола. Серф активно участвовал в проектировании и реализации NCP, поэтому он уже обладал информацией об интерфейсах с существующими операционными системами. Вооружившись архитектурным подходом Кана к коммуникациям и опытом Серфа, полученным во время работы над NCP, коллеги объединились для уточнения деталей того, что впоследствии станет семейством протоколов TCP/IP.

Взаимообогащение дало превосходные результаты, и первая документированная версия выработанных спецификаций (впоследствии эта версия была опубликована в виде статьи) была распространена на специальной встрече Международной сетевой рабочей группы (INWG), состоявшейся во время конференции в Университете Суссекса в сентябре 1973 года. В свое время Серфу предложили возглавить эту группу, и он не упустил случая организовать встречу членов INWG, поскольку большинство из них присутствовали на конференции в Суссексе.

В процессе сотрудничества между Каном и Серфом были сформулированы следующие основополагающие принципы:

Общение между двумя процессами логически должно представляться как обмен непрерывными последовательностями байтов (октетов, в терминологии Кана и Серфа). Для идентификации октета используется его позиция в последовательности.

Управление потоком данных осуществляется на основе механизмов скользящих окон и подтверждений. Получатель может выбирать, когда посылать подтверждение, распространяющееся на все полученные к этому моменту пакеты.

Вопрос о том, как именно отправитель и получатель договариваются о параметрах окон, оставлен открытым. Первоначально используются подразумеваемые значения.

Хотя в то время в Исследовательском центре компании Ксерокс в Пало-Альто (Xerox PARC) уже велись работы над сетями Ethernet, массового распространения локальных сетей пока не предвиделось. О персональных компьютерах и рабочих станциях вообще не было речи. Первоначальную модель составляли сети национального уровня, такие как ARPANET; предполагалось, что подобных сетей будет относительно немного. В результате под IP-адрес было отведено 32 бита, из которых первые 8 битов обозначали сеть, а оставшиеся 24 бита - компьютер в сети.

Предположение о том, что в обозримом будущем окажется достаточно 256 сетей, очевидно, пришлось пересматривать с появлением локальных сетей в конце 1970-х годов.

В первоначальном документе Серфа и Кана по объединению сетей описывался один протокол, названный TCP. Он предоставлял все услуги по транспортировке и перенаправлению данных в Интернете. Кан планировал, что протокол TCP будет поддерживать целый диапазон транспортных сервисов, от абсолютно надежной упорядоченной доставки данных (модель виртуального соединения) до дэйтаграммного сервиса, когда приложение напрямую взаимодействует с нижележащим сетевым уровнем, что может привести к случайным потерям, повреждению или дублированию пакетов.

Однако первые попытки реализовать TCP породили версию, поддерживающую только виртуальные соединения. Такая модель отлично работала для приложений типа пересылки файлов или удаленного входа в систему, но ряд ранних исследований продвинутых сетевых приложений, в частности, пакетной передачи голоса (1970-е годы), показал, что в некоторых случаях потерю пакетов не следует исправлять на уровне TCP, - пусть приложение само разбирается с ними. Это привело к реорганизации первоначального варианта TCP и разделению его на два протокола - простой IP, обслуживающий только адресацию и перенаправление отдельных пакетов, и отдельный TCP, имеющий дело с такими операциями, как управление потоком данных и нейтрализация потери пакетов. Для приложений, не нуждавшихся в услугах TCP, была добавлена альтернатива - Пользовательский дэйтаграммный протокол (User Datagram Protocol, UDP), открывающий прямой доступ к базовым сервисам уровня IP.

Первоначально основным стимулом к созданию как ARPANET, так и Интернета было совместное использование ресурсов, позволяющее, например, пользователям пакетных радиосетей осуществлять доступ к системам с разделением времени, подключенным к ARPANET. Объединять сети было гораздо практичнее, чем увеличивать число очень дорогих компьютеров. Тем не менее, хотя пересылка файлов и удаленный вход (Telnet) были очень важными приложениями, наибольшее влияние из инноваций того времени оказала, безусловно, электронная почта. Она породила новую модель межперсонального взаимодействия и изменила природу сотрудничества, сначала в рамках собственно построения Интернета (об этом речь впереди), а позднее, - в пределах большей части общества.

На заре Интернета предлагались и другие приложения, включая основанные на пакетах голосовые коммуникации (предшественники Интернет-телефонии), различные модели разделения файлов и дисков, а также ранние программы-черви, иллюстрирующие концепцию агентов (и, конечно, вирусов). Ключевая концепция создания Интернета состояла в том, что объединение сетей проектировалось не для какого-то одного приложения, но как универсальная инфраструктура, над которой могут быть надстроены новые приложения. Последующее распространение Всемирной паутины стало превосходной иллюстрацией универсальной природы сервисов, предоставляемых TCP и IP.

**История создания протокола TCP/IP:**

1970, узлы ARPANet начали работу с использованием протокола Network Control Protocol (NCT)

1972, выпущена первая спецификация по протоколу Telnet, “Ad hoc Telnet Protocol”, описанная в документе RFC 318

1973, появился документ RFC 454, описывающий File Transfer Protocol

1974, опубликованы подробности Transmission Control Program (TCP)

1981, опубликован документ RFC 791, посвящённый стандарту IP

1982, Агентство военных коммуникаций (Defense Communications Agency, DCA) и ARPA объединили протоколы Transmission Control Protocol (TCP) и Internet Protocol (IP) в единый набор TCP/IP

1983, ARPANet перешла с протокола NCT на работу с TCP/IP

1984, основана система серверов имён Domain Name System (DNS)

**Хронология возникновения TCP/IP в истории Интернета**

**1965**

**1970**

**1975**

**1980**

**1985**

Создание

ARPANet

**1969**

FTP

**1973**

TCP

**1974**

Telnet

**1972**

IP

**1981**

Выпуск набора протоколов TCP/IP

**1982**

DNS

**1984**

**Проверка идей**

DARPA заключило три контракта на реализацию TCP/IP - со Стэнфордом (Серф), с BBN (Рэй Томлинсон) и с Университетским колледжем Лондона (UCL, Петер Кирстен - Peter Kirstein). (В статье Серфа и Кана использовалось название TCP, за которым скрывались оба протокола.) Стэнфордская команда, возглавляемая Серфом, подготовила детальные спецификации, после чего примерно за год были выполнены три реализации TCP, способные взаимодействовать друг с другом.

Начался долгий период экспериментов и разработок, направленных на развитие и шлифовку концепций и технологий Интернета. Отправляясь от первых трех сетей (ARPANET, Packet Radio, Packet Satellite) и образовавшихся вокруг них коллективов исследователей, экспериментальное окружение росло, вбирая в себя, по существу, все виды сетей и очень широкое сообщество исследователей и разработчиков. Каждое расширение ставило новые задачи.

Ранние реализации TCP были выполнены для больших систем с разделением времени, таких как Tenex и TOPS 20. Когда начали появляться настольные системы, многие посчитали, что для персональных компьютеров TCP - слишком большой и сложный протокол. Дэвид Кларк и его исследовательская группа из MIT решили доказать возможность компактной и простой реализации TCP, выполнив ее сначала для Xerox Alto (ранняя персональная рабочая станция, созданная в Xerox PARC), а затем для IBM PC. Эта реализация обладала полной интероперабельностью с другими воплощениями TCP, но была специально настроена на набор приложений и параметры производительности персональных компьютеров. Таким образом, удалось продемонстрировать, что рабочие станции могут войти в Интернет наряду с большими системами с разделением времени. В 1976 году Клейнрок опубликовал первую книгу по ARPANET. В ней он обращал особое внимание на сложность протоколов и связанные с этим опасности. Книга способствовала распространению идей пакетной коммутации среди очень широкого сообщества.

Большое распространение в 1980-е годы локальных сетей, персональных компьютеров и рабочих станций дало толчок бурному росту Интернета. Технология Ethernet, разработанная в 1973 году Бобом Меткалфом (Bob Metcalfe) из Xerox PARC, в наши дни является, вероятно, доминирующей сетевой технологией в Интернете, а ПК и рабочие станции стали доминирующими компьютерами. Переход от небольшого количества сетей с умеренным числом систем с разделением времени (первоначальная модель ARPANET) к множеству сетей привел к выработке ряда новых концепций и внесению изменений в базовые технологии.

Прежде всего, были определены три класса сетей (A, B и C), чтобы учесть разные масштабы конфигураций. В класс A входят большие сети общенационального масштаба (малое количество сетей с большим числом компьютеров). Класс B предназначен для сетей регионального масштаба, класс C - для локальных сетей (большое количество сетей с относительно малым числом компьютеров).

Рост Интернета вызвал важные изменения и в подходе к вопросам управления.

Чтобы сделать сеть более дружественной, компьютерам были присвоены имена, делающие ненужным запоминание числовых адресов. Первоначально, при небольшом количестве компьютеров, было разумно иметь единую таблицу с их именами и адресами. Переход к большому числу независимо администрируемых сетей (таких, как ЛВС) сделал идею единой таблицы непригодной. Пол Мокапетрис (Paul Mockapetris) из Института информатики Университета Южной Калифорнии (USC/ISI) придумал доменную систему имен (Domain Name System, DNS). DNS позволила создать масштабируемый распределенный механизм для отображения иерархических имен компьютеров (например www.acm.org) в Интернет-адресах.

С ростом Интернета пришлось пересмотреть и характер функционирования маршрутизаторов. Первоначально существовал единый распределенный алгоритм маршрутизации, единообразно реализуемый всеми маршрутизаторами в Интернете. В условиях быстрого увеличения числа сетей стало невозможно расширять этот ранний подход в нужном темпе. Его пришлось заменить иерархической моделью маршрутизации с Внутренним шлюзовым протоколом (Interior Gateway Protocol, IGP), используемым внутри каждой области Интернета, и Внешним шлюзовым протоколом (Exterior Gateway Protocol, EGP), применяемым для связывания областей между собой.

Подобная архитектура позволила иметь в разных областях разные варианты IGP, учитывающие специфику требований к стоимости, скорости реконфигурации, устойчивости и масштабируемости. Кроме алгоритма, тяжелым испытанием стал рост таблиц маршрутизации. Недавно были предложены новые подходы к агрегированию адресов (в частности, бесклассовая междоменная маршрутизация, CIDR), позволяющие уменьшить размер этих таблиц.

Еще одной проблемой, вызванной ростом Интернета, стало внесение изменений в программное обеспечение, особенно в ПО хостов. DARPA поддержало исследования Университета Беркли (Калифорния) по модификации операционной системы Unix, включая встраивание реализации TCP/IP, выполненной в компании BBN. Хотя позднее в Беркли переписали программы, полученные от BBN, чтобы более эффективно объединить их с Unix-системой в целом и ядром ОС в особенности, встраивание TCP/IP в Unix BSD оказалось критически важным для распространения протоколов среди исследовательского сообщества. Дело в том, что большая часть специалистов в области информатики в то время начала использовать Unix BSD в своей повседневной практике. Оглядываясь назад, можно прийти к заключению, что стратегия встраивания протоколов Интернета в операционную систему, поддерживаемую исследовательским сообществом, явилась одним из ключевых элементов успешного и повсеместного распространения Интернета.

Одной из самых интересных задач был перевод ARPANET с протокола NCP на TCP/IP, состоявшийся 1 января 1983 года. Это был переход в стиле "дня X", требующий одновременных изменений на всех компьютерах. (На долю опоздавших оставались коммуникации, действовавшие с помощью специализированных средств.) Переход тщательно планировался всеми заинтересованными сторонами в течение нескольких предшествующих лет и прошел на удивление гладко (но привел к распространению значка "Я пережил переход на TCP/IP").

Протокол TCP/IP был принят в качестве военного стандарта тремя годами раньше, в 1980 году. Это позволило военным начать использование технологической базы Интернета и, в конце концов, привело к разделению на военное и гражданское Интернет-сообщества. К 1983 году ARPANET использовало значительное число военных исследовательских, разрабатывающих и эксплуатирующих организаций. Перевод ARPANET с NCP на TCP/IP позволил разделить эту сеть на MILNET, обслуживавшую оперативные нужды, и ARPANET, использовавшуюся в исследовательских целях.

Таким образом, к 1985 году технологии Интернета поддерживались широкими кругами исследователей и разработчиков. Интернет начинали использовать для повседневных компьютерных коммуникаций люди самых разных категорий. Особую популярность завоевала электронная почта, работавшая на разных платформах. Совместимость различных почтовых систем продемонстрировала выгоды массовых электронных коммуникаций между людьми.

2 ноября 1988 года выпускник Корнельского университета Роберт Таппан Моррис запустил в сети свою программу, которая из-за ошибки начала бесконтрольное распространение и многократное инфицирование узлов сети. В результате было инфицировано около 6200 машин, что составило 7,3 % общей численности машин в сети.

Д. Червь Морриса был одним из первых вирусов, подсчитанные потери, хотя формально червь не наносил какою-либо ущерба данным в инфицированных ЭВМ, были оценены на сумму в 98 253 260 долларов, и мировое сообщество всерьез озаботилась проблемой компьютерных вирусов.

**Переход к широко распространенной инфраструктуре**

Параллельно с экспериментальной проверкой Интернет-технологий и их интенсивным использованием частью специалистов по информатике разрабатывались и развивались другие сети и сетевые технологии. Практические достоинства компьютерных сетей и особенно электронной почты, продемонстрированные на примере ARPANet, DARPA, и организациями, имевшими контракты с министерством обороны США, были замечены специалистами из других кругов и предметных областей. К середине 1970-х годов компьютерные сети начали расти, как грибы после дождя, - везде, где для этой цели удавалось найти финансирование. Министерство энергетики США сначала создало сеть MFENet в интересах исследователей термоядерного синтеза с магнитным удержанием, затем специалисты в области физики высоких энергий получили сеть HEPNet. Для астрофизиков из NASA построили сеть SPAN, а Рик Эдрион (Rick Adrion), Дэвид Фарбер (David Farber) и Лэрри Лэндвебер (Larry Landweber), получив первоначальные субсидии от Национального научного фонда (NSF) США, развернули сеть CSNet, объединившую специалистов по информатике из академических и промышленных кругов. Свободное распространение компанией AT&T, являвшейся в те далёкие времена монополистом на телефонных коммуникациях, операционной системы UNIX породило сеть USENet - самую большую в мире систему электронных досок объявлений, содержащую сообщения электронной почты и статьи, организованные в группы новостей, объединяя людей по интересам - основанную на встроенном в UNIX коммуникационном протоколе UUCP. В 1981 году Ира Фукс (Ira Fuchs) и Грейдон Фримэн (Greydon Freeman) придумали BITNet - сеть, связавшую академические мейнфреймы сервисами почтовой рассылки.

За исключением BITNet и USENet, ранние сети (в том числе ARPANet) строились целенаправленно. Они должны были использоваться замкнутым сообществом специалистов; как правило, этим работа сетей и ограничивалась. Особой потребности в совместимости сетей не было; соответственно, не было и самой совместимости. Кроме того, в коммерческом секторе начали появляться альтернативные технологии, такие как XNS от компании Xerox, DECNet, а также SNA от IBM. Потребность в обмене электронной почтой привела, тем не менее, к появлению одной из первых Интернет-книг - "!%@:: A Directory of Electronic Mail Addressing and Networks", которую написали Фрей (Frey) и Адамс (Adams). Эта книга посвящена трансляции почтовых адресов и перенаправлению сообщений. Только в программах JANet (Великобритания, 1984) и NSFNet (США, 1985) было явно провозглашено намерение обслуживать всех причастных к системе высшего образования, независимо от специализации. В самом деле, чтобы американский университет мог получить от NSF средства на подключение к Интернету, он, как было записано в программе NSFNet, "должен обеспечить доступность этого подключения для ВСЕХ подготовленных пользователей в университетском городке".

В 1985 году из Ирландии, для годичного руководства программой NSFNet, был приглашен Дэннис Дженнингс (Dennis Jennings). Он активно способствовал принятию принципиально важного решения об обязательном использовании в NSFNet протокола TCP/IP. Стив Вулф, принявший руководство NSFNet в 1986 году, поставил задачу формирования глобальной сетевой инфраструктуры для обслуживания широких академических и исследовательских кругов. По мнению Вулфа, необходимо было разработать стратегию создания сетевой инфраструктуры, исходя из принципа максимальной независимости от прямого федерального финансирования. Такая стратегия и методы проведения ее в жизнь были разработаны и утверждены (см. далее).

В NSF решили присоединиться к существовавшей под эгидой DARPA иерархической организационной инфраструктуре Интернета, которую возглавлял Совет по развитию Интернета (Internet Activities Board, IAB). Сделанный выбор был закреплен в виде "Требований к Интернет-шлюзам" (RFC 985), совместно разработанных специалистами из подведомственных IAB Тематических групп по технологии и архитектуре Интернета (Internet Engineering and Architecture Task Forces) и членами Сетевой технической консультативной группы NSF. Требования обеспечивали совместимость частей Интернета, находящихся в ведении DARPA и NSF.

Помимо выбора TCP/IP как основы NSFNet, федеральные агентства США приняли и реализовали ряд дополнительных принципов и правил, сформировавших современный облик Интернета.

Федеральные агентства разделяли между собой расходы на общую инфраструктуру, такую как трансокеанские каналы связи. Кроме того, они совместно поддерживали "администрируемые точки соединения", через которые проходили межведомственные потоки данных. Построенные для обслуживания таких потоков федеральные Интернет-станции FIX-E и FIX-W стали прототипом Пунктов доступа к сети и "\*IX"-станций - характерных компонентов современной архитектуры Интернета.

Для координации совместной деятельности был образован Федеральный сетевой совет (Federal Networking Council, FNC). Первоначально этот орган назывался Федеральным координационным комитетом по Интернет-исследованиям (Federal Research Internet Coordinating Committee, FRICC). Согласно замыслу создателей, FRICC должен был координировать деятельность американских исследователей сетевых технологий в плане участия в международной координации, осуществляемой CCIRN.FNC взаимодействовал также с международными организациями, такими как RARE в Европе, при посредничестве Координационного комитета по межконтинентальным исследовательским сетям (Coordinating Committee on Intercontinental Research Networking, CCIRN). Цель взаимодействия состояла в координации поддержки Интернета мировым исследовательским сообществом.

Разделение расходов между агентствами и координация деятельности в области Интернета имеют давнюю историю. Беспрецедентное соглашение, заключенное в 1981 году Фарбером, действовавшим от имени CSNET и NSF, и Каном, представлявшим DARPA, разрешало потокам данных CSNET использовать инфраструктуру ARPANET на статистической основе, без расчетов "по счетчику".

Позднее, действуя в аналогичном ключе, NSF поощрял деятельность региональных (первоначально академических) сетей-компонентов NSFNet по поиску коммерческих, неакадемических клиентов и по расширению спектра услуг для таких клиентов. Повышение эффективности за счет увеличения масштабов сетевой деятельности следовало использовать для всеобщего снижения платы за пользование Сетью.

NSF разработал и ввел в действие "Правила пользования" магистральным сегментом NSFNet национального масштаба - NSFNet Backbone. Эти правила запрещали использование магистрали для целей, не способствующих исследовательской и учебной деятельности. Предсказуемым (и запланированным) результатом поощрения коммерческого сетевого трафика на местном и региональном уровнях в сочетании с отказом в транспортировке на национальном уровне стало активное создание и наращивание "частных", конкурирующих "дальнобойных" сетей, таких как PSI, UUNet, ANS CO+RE и (позднее) других. Процесс увеличения коммерческого использования Сети за счет частного финансирования детально обсуждался, начиная с 1988 года в рамках серии конференций "Коммерциализация и приватизация Интернета", проводившихся по инициативе NSF в Правительственной школе Кеннеди в Гарварде. Шло обсуждение и в самой Сети - в списке рассылки "com-priv".

В 1988 году в комитете Национального исследовательского совета (National Research Council), который возглавлял Клейнрок, а в число членов входили Кан и Кларк, по поручению NSF был подготовлен доклад, озаглавленный "К вопросу о национальной исследовательской сети". Этот доклад произвел сильное впечатление на Альберта Гора (Albert Gore), бывшего в то время сенатором, и дал толчок развитию высокоскоростных сетей, ставших основой будущей информационной супермагистрали.

В 1994 году, вновь под руководством Клейнрока и при участии Кана и Кларка, по поручению NSF был подготовлен еще один доклад Национального исследовательского совета - "Информационное будущее: Интернет и другие". В этом документе был прорисован проект развития информационной супермагистрали, оказавший долговременное воздействие на трактовку данной проблемы. Авторы доклада обратили внимание на такие важные аспекты, как права на интеллектуальную собственность, этические нормы, ценообразование, обучение, архитектура и законодательство Интернета.

На апрель 1995 года пришлась кульминация приватизационной политики NSF, выразившаяся в прекращении финансирования NSFNet Backbone. Высвободившиеся средства были (на конкурсной основе) перераспределены между региональными сетями для оплаты подключения к ныне многочисленным частным "дальнобойным" сетям, взявшим на себя обеспечение связности Интернета в национальном масштабе.

Магистраль NSFNet Backbone прожила восемь с половиной лет. За эти годы на смену исследовательским маршрутизаторам (таким как "Fuzzball" Дэвида Милза (David Mills)) пришло коммерческое оборудование. Сама магистраль выросла с шести узлов, соединенных каналами на 56 Кб/с, до 21 узла с множественными связями на 45 Мб/с. Число сетей в Интернете превысило 50 тысяч, из которых примерно 29 тысяч располагается на территории Соединенных Штатов, а остальные - во всех частях света и даже в космическом пространстве.

Размах сети NSFNet и размеры финансирования этой программы (200 миллионов долларов за период с 1986-го по 1995 год) в сочетании с качеством протоколов привели к тому, что к 1990 году, когда окончательно разукомплектовали ARPANET (разукомплектование сети ARPANET было отмечено одновременно с ее 20-й годовщиной на симпозиуме в UCLA в 1989 году.), семейство TCP/IP вытеснило или значительно потеснило во всем мире большинство других протоколов глобальных компьютерных сетей, а IP уверенно становился доминирующим сервисом транспортировки данных в Глобальной информационной инфраструктуре.

**Роль документации**

Быстрый рост Интернета был обеспечен открытым доступом к основным документам, особенно к спецификациям протоколов.

ARPANET и Интернет, зародившиеся в университетском исследовательском сообществе, развивались в академических традициях открытой публикации идей и результатов. Однако обычный академический цикл был слишком формальным и медленным для динамичного обмена идеями, необходимого при создании сетей.

В 1969 году С. Крокер (работавший тогда в UCLA) сделал ключевой шаг, основав серию публикаций "Запросы на комментарии и предложения" (Request For Comments, RFC). Эти статьи должны были служить цели неформального, быстрого распространения идей и их обсуждения с другими сетевыми специалистами. Первоначально RFC-статьи печатались на бумаге и рассылались обычной медленной почтой. После того, как начал использоваться протокол передачи файлов (File Transfer Protocol, FTP), RFC-статьи стали готовить в виде файлов и передавать посредством FTP. Сейчас, разумеется, эти документы легко доступны по Всемирной паутине, они лежат на десятках серверов во всех частях света. Стэнфордский исследовательский институт (SRI), выполняя функции Сетевого информационного центра, поддерживал оперативный доступ к каталогам. Джон Постел исполнял обязанности редактора RFC-статей. Он же занимался централизованным распределением номеров версий протоколов. Эти функции Джон выполняет и поныне.

RFC-статьи позволили создать положительную обратную связь, когда идеи и предложения, содержавшиеся в одном документе, служили отправной точкой для создания новых документов с новыми идеями, и так далее. Когда достигался определенный уровень согласия (или, по крайней мере, вырабатывался согласованный набор идей), готовились спецификации, служившие основой для реализаций, выполнявшихся несколькими командами исследователей.

Со временем RFC-статьи стали посвящаться в основном стандартам протоколов ("официальным" спецификациям), хотя осталась и определенная доля информационных заметок, описывающих альтернативные подходы или идейные основы протокольных и технических решений. Сейчас RFC-статьи рассматриваются как протокол деятельности по стандартизации и реализации Интернета.

Открытый доступ к документам RFC (бесплатный для всех подключенных к Интернету) способствовал росту Интернета, поскольку он позволял использовать действующие спецификации и во время занятий со студентами, и в процессе разработки новых систем.

Электронная почта сыграла очень важную роль во всех аспектах жизни Интернета, особенно при разработке спецификаций протоколов, технических стандартов и реализационных решений. Самые первые RFC-статьи зачастую представляли собой набор идей, предлагавшихся на всеобщее обсуждение группой исследователей из какой-то одной местности. Использование электронной почты изменило характер авторства - RFC-статьи стали представляться коллективами авторов с общими взглядами, не зависящими от территориальной принадлежности.

Для выработки спецификаций протоколов в течение долгого времени использовались списки электронной почтовой рассылки, и поныне они остаются важным рабочим инструментом. Сейчас в иерархии IETF насчитывается ни много ни мало 75 тематических групп, занимающихся разными аспектами Интернета. Каждая из этих групп имеет список рассылки для обсуждения проектов разрабатываемых документов. После согласования проекта в рабочей группе он публикуется в виде RFC-документа.

Быстрый нынешний рост Интернета во многом объясняется осознанием выгод от распространения информации, которое обеспечивает Сеть. При этом важно понимать, что первым видом информации, распространявшейся в Сети, были RFC-документы, описывавшие проектирование и эксплуатацию Интернета. Этот уникальный метод разработки новых сетевых средств остается решающим для дальнейшей эволюции Интернета.

**Формирование широкой общественности**

Интернет - это не только собрание технологий, но и собрание сообществ. Успехи Интернета в значительной степени объясняются, как его способностью удовлетворить основные социальные потребности, так и возможностью эффективно использовать общественность для развития инфраструктуры. Дух коллективизма, содружества в Интернете имеет глубокие корни, он зародился еще в начале работ над ARPANET. Пионеры ARPANET работали как единый спаянный коллектив, чтобы как можно быстрее продемонстрировать жизнеспособность технологии пакетной коммутации. Аналогично проекты пакетных радио- и спутниковой сетей (Packet Radio, Packet Satellite), равно как и другие исследовательские программы DARPA в области информатики, развивались в условиях сотрудничества многих подрядчиков, интенсивно использовавших для координации все наличные механизмы. Исторически первым механизмом была электронная почта, затем к ней добавились разделение файлов и удаленный доступ; сейчас пришел черед Всемирной паутины. В рамках каждой из программ формировалась рабочая группа, первой из которых была Сетевая рабочая группа ARPANET. В силу уникальной инфраструктурной роли, которую сеть ARPANET играла для многих исследовательских программ в начале развития Интернета, Сетевая рабочая группа была преобразована в Рабочую группу Интернета (Internet Working Group).

В конце 1970-х годов, когда стало понятно, что рост Интернета сопровождается ростом заинтересованного исследовательского сообщества, все больше нуждающегося в средствах координации, Винт Серф, руководивший в то время в DARPA Программой "Интернет", сформировал несколько координирующих органов - Международный совет по сотрудничеству (International Cooperation Board, ICB), Исследовательскую группу "Интернет" (Internet Research Group) и Совет по конфигурационному управлению Интернетом (Internet Configuration Control Board, ICCB). Совет ICB, который возглавил Петер Кирстен из UCL, должен был координировать работы с рядом европейских стран, участвовавших в проекте Packet Satellite. Исследовательская группа "Интернет" обеспечивала среду для обмена информацией общего характера. Совету ICCB под руководством Кларка отводились "пригласительные" функции; он должен был помогать Серфу управлять нарастающей Интернет-активностью.

В 1983 году исследовательскую группу "Интернет" возглавил Барри Лейнер. Вместе с Кларком они решили, что продолжающийся рост Интернет-сообщества требует перестройки координирующих механизмов. Совет ICCB был упразднен, ему на смену пришла совокупность Тематических групп (Task Forces), занимавшихся определенными технологическими областями (например, маршрутизаторами, сквозными протоколами и т. п.). Из руководителей Тематических групп был образован Совет по развитию Интернета (Internet Activities Board, IAB). По чистой случайности Тематические группы возглавили люди, бывшие до этого членами ICCB, а Дэйв Кларк сохранил пост главы совета.

После некоторых изменений в составе IAB Фил Гросс (Phill Gross) стал председателем возрожденной Тематической группы по технологии Интернета (Internet Engineering Task Force, IETF), в то время бывшей обычной тематической группой IAB. Как уже отмечалось выше, к 1985 году наблюдался стремительный рост именно практических, технологических аспектов Интернета. Это привело к колоссальному увеличению числа специалистов, присутствовавших на заседаниях IETF, так что Гросс был вынужден создать в IETF подструктуру в виде рабочих групп.

Рост Интернета сопровождался значительным увеличением числа заинтересованных организаций. Управление DARPA перестало быть крупным единственным инвестором; в дополнение к NSFNet и другим программам, финансировавшимся правительствами США и других стран, начали разворачиваться коммерческие проекты. В том же 1985 году Кан и Лейнер ушли из DARPA, после чего активность Управления в области Интернета резко пошла на убыль. В результате Совет IAB остался без основного спонсора, но это только укрепило его руководящую роль.

Рост продолжался, приводя к созданию все новых подструктур в рамках как IAB, так и IETF. В IETF прошло объединение Рабочих групп по областям деятельности с назначением директоров областей, объединившихся в Группу управления технологией Интернета (Internet Engineering Steering Group, IESG). В IAB осознали растущую важность IETF и перестроили процесс стандартизации, сделав IESG основным рецензирующим органом. Изменилась и структура самого Совета IAB. Тематические группы, не входившие в иерархию IETF, были объединены в Тематическую группу Интернет-исследований (Internet Research Task Force, IRTF), которую возглавил Постел, и переименованы в Исследовательские группы.

Рост в коммерческом секторе принес с собой повышенное внимание к самому процессу стандартизации. С начала 1980-х годов и по настоящее время Интернет далеко отошел от первоначальных исследовательских корней, что выразилось как в расширившемся круге пользователей, так и в возросшей коммерческой активности. Предметом особой заботы стали открытость и честность процесса стандартизации. Это в сочетании с осознанием необходимости общественной поддержки Интернета, в конце концов, привело к формированию в 1991 году Сообщества Интернета (Internet Society) под руководством Серфа, работавшего в то время в CNRI, и под патронажем Корпорации национальных исследовательских инициатив (Corporation for National Research Initiatives, CNRI), возглавляемой Каном.

В 1992 году состоялась еще одна реорганизация - Совет по развитию Интернета (Internet Activities Board) был превращен в Совет по архитектуре Интернета (Internet Architecture Board), функционирующий под покровительством Сообщества Интернета. Между новым вариантом IAB и IESG были установлены более равноправные отношения, а на IETF и IESG легла большая ответственность за принятие стандартов. В итоге между IAB, IETF и Сообществом Интернета сформировались отношения сотрудничества и взаимной поддержки, причем целью Сообщества стало обеспечение оптимальных условий для работы IETF.

Недавнее создание и широкое распространение Всемирной паутины привлекло в Интернет массу новых людей, никогда не причислявших себя к числу исследователей и разработчиков сетей. Была создана новая координирующая организация, W3-консорциум (World Wide Web Consortium, W3C). Первыми руководителями консорциума стали изобретатель WWW Тим Бернерс-Ли (Tim Berners-Lee) и Эл Вецца (Al Vezza). WWW объединившись с NSFNET и USENET, составили современный Internet (международная сеть). Новый орган, поддерживаемый Лабораторией информатики MIT, принял на себя обязанности по развитию протоколов и стандартов, ассоциированных с Web. Число хостов в 1992 году превысило 1 000 000. Тогда же программисты из NCSA в университете Иллинойса разработали графический броузер для WWW, который получил название Mosaic. По согласованию с NCSA это программное обеспечение распространялось по Интернету бесплатно. Возможность оформления многошрифтового гипертекста, включения цветной графики, звука и видео привело к громадному росту серверов WWW, число которых сейчас растет по экспоненте.

Таким образом, в течение более чем двадцатилетнего периода мы наблюдаем постоянное развитие организационных структур, призванных поддерживать все расширяющееся сообщество, работающее на благо Интернета.

**Коммерциализация технологии**

Коммерциализация Интернета включает в себя не только развитие конкурентных, частных сетевых сервисов, но и разработку коммерческих продуктов, реализующих Интернет-технологию. В начале 1980-х годов десятки производителей, предвидя спрос на подобные сетевые решения, встраивали TCP/IP в свои продукты. К сожалению, они не располагали достоверной информацией о том, как Интернет-технология должна была работать и, как потенциальные покупатели предполагали использовать сети. Большинство производителей видели в TCP/IP небольшую добавку к собственным закрытым сетевым решениям: SNA, DECNet, NetWare, NetBios. Министерство обороны США во многих контрактах требовало обязательного использования TCP/IP, но практически не помогало своим подрядчикам понять, как строить полезные TCP/IP-продукты.

В 1985 году, осознав недостаток доступной информации и возможностей пройти обучение, Дэн Линч (Dan Lynch) совместно с IAB организовал трехдневный семинар для всех производителей. На семинаре рассказывалось о возможностях, устройстве и о нерешенных пока проблемах TCP/IP. Большинство докладчиков (всего их было около 50 на 250 слушателей) представляли исследовательские круги DARPA, разрабатывавшие протоколы и использовавшие их в своей повседневной деятельности. Результаты семинара оказались удивительными для обеих сторон. Сотрудников компаний-производителей поразила открытость, с которой изобретатели рассказывали о том, как все работает (и что пока не работает). Изобретатели с удовольствием узнали о новых для себя проблемах, с которыми сталкивались производители. Таким образом, начался диалог, продолжающийся более десяти лет.

После двух лет конференций, учебных курсов, встреч и семинаров проектировщиков было организовано специальное мероприятие, на которое пригласили производителей наиболее зрелых TCP/IP-продуктов. Производители собрались на три дня в одном зале, чтобы продемонстрировать, насколько хорошо их продукты взаимодействуют между собой и с Интернетом. В сентябре 1988 года состоялась первая торговая выставка Interop. В ней приняли участие 50 компаний. Выставку посетили около 5 тысяч инженеров из организаций - потенциальных клиентов. Их интересовало, действительно ли все работает так, как обещают. Все работало. Почему? Потому что производители чрезвычайно настойчиво стремились обеспечить полную совместимость со всеми другими продуктами, даже представленными конкурентами. С тех пор размах торговых выставок Interop значительно увеличился. В наши дни ежегодно проводится семь выставок в разных странах. Их посещают более 250 тысяч человек, чтобы узнать о взаимной совместимости продуктов, о новинках на рынке и в технологии.

Параллельно с действиями по коммерциализации, связанными с Interop, производители начали посещать собрания IETF, происходящие 3 или 4 раза в год, чтобы обсудить новые идеи по расширению семейства протоколов TCP/IP. Раньше на такие встречи, финансировавшиеся американским правительством, собирались несколько сот человек, преимущественно из академических кругов. Теперь число участников нередко превосходит тысячу, по большей части они представляют производителей и сами оплачивают организационные расходы. Такое самоорганизующееся сообщество, объединяющее все заинтересованные стороны - исследователей, пользователей и производителей, весьма эффективно развивает семейство TCP/IP в духе сотрудничества и взаимной выгоды.

Примером сотрудничества между исследовательскими и коммерческими кругами может служить технология управления Сетью. На заре Интернета основной упор делался на определение и реализацию протоколов, обеспечивающих взаимную совместимость. С ростом Сети становилось понятно, что некоторые частные решения, использовавшиеся для управления, не всегда удается промасштабировать. В результате ручное конфигурирование таблиц стало заменяться распределенными автоматическими алгоритмами, были придуманы улучшенные средства изоляции неисправностей.

В 1987 году выявилась потребность в протоколе, обеспечивающем единообразное удаленное администрирование сетевых компонентов, таких как маршрутизаторы. Для этой цели было предложено несколько протоколов, в том числе Простой протокол управления сетью (Simple Network Management Protocol, SNMP), спроектированный, как подсказывает название, из соображений простоты и ставший развитием более раннего предложения SGMP (Simple Gateway Monitoring Protocol - Простой протокол мониторинга шлюзов). Кроме SNMP, были предложены протоколы HEMS (High-level Entity Management System - Высокоуровневая система управления объектами - более сложный проект исследовательского сообщества) и CMIP (Common Management Information Protocol - Общий протокол передачи управляющей информации - проект OSI-сообщества). Серия встреч привела к решению вывести HEMS из числа кандидатов на стандартизацию, чтобы разрядить конфликтную ситуацию. Было решено также продолжить работы над обоими оставшимися протоколами - SNMP и CMIP, причем SNMP рассматривался как краткосрочное решение, а CMIP - как более долгосрочное. Рынок мог делать выбор по своему усмотрению. В наше время практически повсеместно базой сетевого управления служит SNMP.

В последние несколько лет можно наблюдать новую фазу коммерциализации. Первоначально в коммерческой деятельности участвовали преимущественно производители базовых сетевых продуктов, а также поставщики услуг, предлагавшие подключение к Интернету и базовый сервис. В наши дни Интернет-обслуживание перешло в разряд почти бытового, и основное внимание теперь сосредоточено на использовании этой глобальной информационной инфраструктуры как основы новых коммерческих услуг. Данный процесс в огромной степени ускорен широким распространением и быстрым внедрением Web-технологии, открывающей пользователям легкий доступ к информации, расположенной по всему миру.

**История будущего**

24 октября 1995 года Федеральный сетевой совет (FNC) единодушно одобрил резолюцию, определяющую термин "Интернет". Это определение разрабатывалось при участии специалистов в области сетей и в области прав на интеллектуальную собственность.

Из резолюции: Федеральный сетевой совет признает, что следующие словосочетания отражают наше определение термина "Интернет".

Интернет - это глобальная информационная система, которая

логически взаимосвязана пространством глобальных уникальных адресов, основанных на Интернет-протоколе (IP) или на последующих расширениях или преемниках IP;

способна поддерживать коммуникации с использованием семейства Протокола управления передачей/Интернет-протокола (TCP/IP) или его последующих расширений/преемников и/или других IP-совместимых протоколов;

обеспечивает, использует или делает доступными на общественной или частной основе высокоуровневые услуги, надстроенные над описанной здесь коммуникационной и иной связанной с ней инфраструктурой.

За два десятилетия своего существования Сеть "Интернет" претерпела кардинальные изменения. Она зарождалась в эпоху разделения времени, но сумела выжить во времена господства персональных компьютеров, одноранговых сетей, систем клиент-сервер и сетевых компьютеров. Она проектировалась до первых локальных вычислительных сетей (ЛВС), но впитала эту новую сетевую технологию, равно как и появившиеся позднее технологии коммутации ячеек и кадров. Она задумывалась для поддержки широкого спектра функций, от разделения файлов и удаленного входа до разделения ресурсов и совместной работы, породив электронную почту и, в более поздний период, - Всемирную паутину. Но важнее всего то, что Сеть, создававшаяся вначале как объект деятельности небольшого коллектива исследователей, выросла до коммерчески выгодного предприятия, в которое ежегодно вкладываются миллиарды долларов.

Не следует думать, что все изменения Интернета остались позади. По названию и географически Интернет является сетью, но это порождение компьютерной, а не традиционной телефонной или телевизионной индустрии. Чтобы передовой уровень Интернета сохранялся, изменения должны продолжаться, и они будут продолжены, а дальнейшее развитие будет идти в темпе, присущем компьютерной индустрии.

Происходящие в наши дни изменения направлены на предоставление таких новых услуг, как передача данных в реальном масштабе времени с целью поддержки, например, аудио- и видеопотоков. Повсеместная доступность сетей, и в первую очередь Интернета, в сочетании с мощными, компактными и доступными по цене вычислительными и коммуникационными средствами (ПК-блокноты, двунаправленные пейджеры, персональные цифровые секретари, сотовые телефоны и т. п.) делает возможным построение новых способов мобильных вычислений и коммуникаций.

Развитие подарит нам новые приложения - Интернет-телефонию и, несколько позже, Интернет-телевидение. Появятся новые модели ценообразования и окупаемости - несколько болезненные, но необходимые аспекты коммерческого мира. Будут освоены базовые сетевые технологии нового поколения, такие как широкополосный доступ и спутниковые коммуникации, с иными, нежели сегодня, характеристиками и требованиями. Новые режимы доступа и новые формы обслуживания породят новые приложения, которые в свою очередь станут движущей силой дальнейшего развития самой Сети.

Для будущего Интернета важнее всего не то, как будут изменяться технологии, а то, как будет управляться сам процесс изменения и развития. Как показано в данной статье, архитектура Интернета всегда определялась ядром, состоящим из ведущих проектировщиков, но с увеличением числа заинтересованных сторон форма ядра изменилась. Успех Интернета расширил круг людей и организаций, вкладывающих в Сеть финансовые и интеллектуальные ресурсы. Споры вокруг управления доменным пространством имен и формата следующего поколения IP-адресов показывают, что идет поиск новой социальной структуры, способной осуществлять руководство Интернетом в будущем. Трудно сказать, какой будет эта структура - слишком многие хотят в ней участвовать. В то же время промышленные круги нуждаются в экономическом обосновании крупных инвестиций, необходимых для будущего роста, например, в плане улучшения технологии доступа населения к Сети. Если Интернету суждено столкнуться с неудачами, это произойдет не из-за дефицита технологий, предвидения или мотивации. Главная опасность состоит в том, что мы не можем установить единое направление и стройными рядами двинуться в светлое будущее.