

## Интернет 2

Сегодня проект “интернет-2” представляет собой альтернативную частную сеть, которая, фактически, является вторым поколением привычного нам интернета. Когда “интернет-2” заработает в полную силу, он будет в 100 раз быстрее нынешнего интернета. Сейчас участники проекта “интернет-2” работают над созданием и отладкой новых приложений, использующих столь мощные средства связи.

С чего все начиналось

В далеком 1968-м году, организация под названием ARPA (Advanced Research Projects Agency), являющаяся подразделением министерства обороны США, построила первую компьютерную сеть, в основу которой были положены принципы, до сих пор используемые в современном Интернет. Она состояла из 4-х компьютеров. В течение следующих десяти лет к Сети ARPANET подключились многие организации и университеты.

К 1978 году были выработаны все базовые протоколы, которые и сейчас используются в Интернет. Основной из них — протокол IP 4-ой версии (протокол IP — «межсетевой протокол»). В 1982 году была основана Европейская UNIX Сеть (EUnet). До этого в Сеть входили только США, Канада и Великобритания.

Система доменных имен появилась в 1984 году. В 1989 году количество подключенных компьютеров достигло уже ста тысяч. К концу 80-х в Сеть было подключено более десяти стран.

В 1991 была разработана технология WWW. В 1991 году Россия присоединилась к Интернет. К 1992 году в Сети существовало более миллиона компьютеров. За 1993-й год Веб вырос в три с половиной тысячи (!) раз.

В 1994 году Интернет исполнилось 25 лет. С тех пор Сеть достигла глобального распространения, но принципиально не изменилась. Было придумано множество новых технологий, улучшились каналы связи, количество компьютеров увеличилось до десятков миллионов, а число пользователей — до сотен миллионов. В результате Интернет обрел общеизвестность, он стал коммерчески выгодным не только для тех, кто предоставляет доступ в Сеть. Уже в 1994 году можно было заказать пиццу на дом или такси через Интернет (конечно, речь идет о Западе).

Недостатки нынешнего Интернета

Технически в 2004 году Интернет не так сильно ушел вперед по сравнению с концом 60-х годов. В современном Интернете имеются следующие существенные проблемы, доставшиеся ему «в наследство» от ARPANET :

Маленькое адресное пространство — в современной сети Интернет используются всего 32-битные адреса (четыре байта на один адрес), то есть, возможно существование около 4 миллиардов адресов, что меньше не только населения земли, но и намного меньше количества электронных устройств. Не говоря уже о том, что технологически (из-за сегментирования сети на «подсети») невозможно использовать все 4 миллиарда адресов. Ведь в конце 60-х годов мало кто мог предположить, что необходимость иметь свой адрес в сети будет у каждого сотового телефона. Уже совсем скоро может сложиться ситуация, когда IP-адресов не будет хватать на всех желающих. Строго говоря, их уже не хватает.

К недостаткам IPv4 стоит отнести отсутствие механизма автоматической конфигурации адресов. Спросите любого системного администратора, и он скажет вам, какая это была бы полезная возможность, особенно, когда приходится переводить корпоративную сеть от одного провайдера к другому. Нет, есть, конечно, внешние сервисы для автоматической конфигурации (DHCP), но этот

механизм не вшит в протокол — он ставится дополнительным сервисом, т.е. тоже требует дополнительной конфигурации и т.д.

Низкая производительность – Интернет создавался в годы, когда самые быстрые каналы имели считанные килобиты в секунду производительности. Поэтому вычислительные процессы, заложенные в основу Сети в 60-тые, не такие уж оптимальные по сегодняшним представлениям. Примером неудачного алгоритмического решения в IPv4 является фрагментация пакетов. Дело в том, что слишком большие пакеты ethernet (их максимальный объем составляет 64 кб) могут разбиваться на несколько, поскольку многие сетевые технологии оперируют с блоками меньшего размера. Это действие зачастую производится промежуточными маршрутизаторами, через которые проходит информация. Проблема заключается в том, что разделение пакетов отнимает много системных ресурсов маршрутизатора. Таким образом, этот процесс не только затрудняет перекачку файлов конкретного пользователя, но и потребляет дополнительные ресурсы промежуточных маршрутизаторов.

Неприспособленность к передаче информации, чувствительной к задержкам. Передача голоса и видео через современный Интернет — всегда «вызов», потому что Интернет не гарантирует качества обслуживания. Голосовой трафик, переданный через Интернет, приходит со случайными задержками, через случайные интервалы, с потерями, что вызывает искажения голоса и характерные для VoIP «кваканья». Дело в том, что, когда разрабатывался протокол IPv 4, практически все сетевое взаимодействие сводилось к обмену обычными файлами. Сегодня же в Интернете появилось немало новых - в том числе и потоковых - приложений (например, Streaming Audio и Streaming Video). А для их нормальной работы требуется точное указание и постоянное соблюдение некоторых параметров, таких как пропускная способность, задержка и вариация задержки. Конечно, были попытки внедрить QoS (сервисы обеспечения качества обслуживания) в современный интернет, которые в основном сводятся к выделению фиксированной пропускания для потоков трафика, но это все же «подпорки», которые не всегда спасают. В основном, механизмы QoS эффективны внутри высокоскоростных корпоративных сетей, в Интернет реализовать подобное намного сложнее.

Из-за нехватки адресного пространства корпоративные сети скрывают все свои компьютеры за единственным IP -адресом (механизм NAT — трансляция сетевых адресов), что снижает производительность и вызывает необходимость в закупке дополнительного оборудования для подключения корпоративной сети к Интернет. Хотя у NAT есть и неоспоримое преимущество — скрытие сети за единственным адресом, существенно затруднит злоумышленнику проникновение внутрь этой сети.

Проблемы безопасности. Организации, предоставляющие услуги в Интернет, не могут быть уверены, что на той стороне провода именно тот человек, за кого он себя выдает. Не предприняв специальных мер, пользователи не могут быть уверены, что их финансовая информация не будет украдена или модифицирована при передаче через сеть Интернет. Обычно нет уверенности, что информация, передаваемая через Интернет, исходит именно с того адреса, который заявлен в IP -пакете как «обратный». Правда, широко используемые сейчас возможности протокола SSL практически решают эту проблему.

Невозможность широковещательной передачи данных через Интернет. Превращение Интернета в универсальную среду передачи информации, и в частности, среду для телевидения и радиовещания, тормозится необходимостью передавать каждому зрителю или слушателю свою копию потока данных телепрограммы (хотя многие зрители смотрят одну и ту же телепередачу одновременно).

## Машина времени

На сегодняшний день высокоскоростной сетью Internet2 объединены без малого двести университетов и исследовательских центров США. Запущенный в 1996 году проект Internet2 сегодня - это существенно больше, чем просто праздник суперширокополосного сетевого доступа, обеспеченный двумя мощными оптоволоконными магистралями. Internet2 рассматривают как полигон, на котором создаются и обкатываются Интернет-приложения обозримого будущего: от дистанционных хирургических операций до общения с коллегами в виртуальном трехмерном мире.

Тед Хэнсс (Ted Hanss), занимающий пост директора Internet2 по разработке приложений, предлагает относиться к этой сети как к своего рода машине времени, в явном виде демонстрирующей, чем традиционный общедоступный Интернет будет лет через пять. Правда, большинство считает эту оценку временного интервала чересчур оптимистической. Хотя новейшие сетевые технологии, применяемые в Internet2, так или иначе уже представлены в коммерческой Сети, общее обновление инфраструктуры явно займет значительно больше времени. Особенно, когда речь идет о «последней миле», поскольку подавляющее большинство сетей все еще вынуждено опираться на обычное dial-up-соединение через телефонный модем, обеспечивающий известно какие скорости.

## У истоков

Прежде чем переходить к впечатляющим характеристикам Internet2, нелишним будет обратиться к довольно короткой пока истории проекта. Возвращаясь в 1990-е годы, вспомним, что Интернет переживал тогда кризис среднего возраста. С подачи военных созданная поначалу как средство для помощи университетам в обмене исследовательскими данными, Сеть начала сгибаться под тяжестью коммерческого трафика. Постепенно научно-исследовательские центры утратили необходимую им «полосу пропускания» (bandwidth). Стало ясно, что пора строить новую специализированную сеть, которая смогла бы поддерживать требовательные к пропускной способности приложения. Задавшись этой целью, в 1996 году несколько научно-исследовательских центров объединились для создания консорциума Internet2.

Поначалу предполагалось, что это будет сравнительно небольшая группа университетов и высокотехнологичных компаний, совместно работающих ради взаимовыгодных целей. Собственно, именно так поначалу и было, когда в 1997 году работу консорциума начинали 10 университетов, 11 корпораций и еще 6 некоммерческих организаций научно-образовательного профиля.

Примерно в то же самое время федеральное правительство США выступило с собственной аналогичной инициативой под названием NGI, или Интернет следующего поколения (Next Generation Internet). Этот проект ставил перед собой практически те же самые цели, что и Internet2, однако предназначался для использования государственными учреждениями, в частности, НАСА и Министерство обороны. С течением времени эти две сети стали структурами, имеющими не только схожие цели, но и в значительной мере общие ресурсы. Самое же главное различие между ними заключается в том, что создание Next Generation Internet полностью оплачивалось из бюджета деньгами налогоплательщиков, а Internet2 финансируется из частных фондов. Кроме того, проект NGI объявлен на сегодня закрытым, как выполнивший, в основном, поставленную перед ним задачу, а сеть Internet2, напротив, непрерывно расширяется и обретает новые перспективы. К началу нынешней осени членами проекта являлись уже 73 корпорации, 185 университетов и 39 некоммерческих структур.

## Выгодно всем

Internet2 представляет собой открытый консорциум, и всякий новый участник, стремящийся к нему присоединиться, должен быть либо образовательным учреждением, либо частной фирмой,

желающей пользоваться сетью для совместного сотрудничества и посильной поддержки в разработке новых приложений. Ежегодные расходы на проект для каждого из университетов составляют примерно от 500 тысяч до 1 миллиона долларов, причем большинство этих денег уходит на модернизацию собственных сетей кампусов. Летом этого года консорциум объявил, что с июня членами Internet2 стали университеты во всех пятидесяти штатах страны. В течение же следующих нескольких лет к магистрали Internet2 планируется подсоединить тысячи начальных и средних школ, многие библиотеки и музеи.

Высокотехнологичным компаниям частного бизнеса, вроде IBM или Cisco Systems, ежегодное участие в проекте обходится, естественно, в значительно большее количество миллионов, нежели университетам. Как правило - это стоимость оборудования, которое безвозмездно передается в пользование образовательным учреждениям. Но взамен эти компании получают ценнейшую обратную связь от высококвалифицированных специалистов, принимающих участие в разработке новых продуктов. Например, Cisco Systems, которая интенсивно опирается на исследования в Internet2 при разработке следующего поколения сетевых маршрутизаторов, весьма прагматично комментирует свое участие в проекте: «Мы здесь вовсе не из альтруизма. Естественно, это кое-что нам обходится, но мы надеемся вернуть затраченные деньги, причем с лихвой, поскольку переводим эту технологию в продукты, которые люди заведомо пожелают покупать».

Сеть, в которой летают

Главная особенность и преимущество второго Интернета - это, конечно же, его скорость. Сеть основана на двух высокоскоростных оптических магистралях: сверхвысокопроизводительной сетевой службе vBNS компании MCI Worldcom и собственной магистрали Abilene протяженностью более десяти тысяч миль, построенной специально для Internet2. Свое символическое название Abilene получила в честь старинной железнодорожной ветки в Канзасе, когда-то открывшей эру заселения американского Запада. Сейчас функционирование Abilene обеспечивает компания Qwest.

В сущности обе эти магистрали, vBNS и Abilene, аналогичны тем, что образуют костяк коммерческого Интернета, однако в Internet2 на всю огромную пропускную способность приходится не более трех миллионов пользователей, в то время как в общедоступной Сети количество подключенных обитателей составляет несколько сот миллионов. Кроме того, члены Internet2 могут наслаждаться гораздо более быстрым подсоединением к магистрали, что устраняет наиболее распространенную причину «тормозной» работы с Сетью. Примерно четверть всех членов консорциума подключена непосредственно к магистрали, а остальные три четверти подсоединяются через так называемые гигапопы (points of presence), точки доступа со скоростью 20 Гбит/с, расположенные в различных регионах страны.

Скорость подключения отдельно взятой машины может варьироваться достаточно широко. Для некоторых узлов она составляет 155 Мбит/с - примерно в сто раз больше, чем типичная скорость подключения к Интернету университетской лаборатории и почти в три тысячи раз быстрее, чем скорость dial-up-модема.

Впрочем, такая скорость подключения для большинства компьютеров является явно избыточной, поскольку для нужд высококачественных видеоконференций, к примеру, с головой хватает и 10-15 Мбит/с.

Но высокая пропускная способность - не единственный важнейший параметр Internet2, поскольку для разработчиков Сети крайне важно поддерживать и так называемые гарантии QoS (от Quality of Service - качество обслуживания), чтобы предотвратить потерю пакетов данных и предельно минимизировать задержки при передаче сигналов от машины к машине. Благодаря упрощенной конструкции сети имеется возможность для более эффективной пересылки данных с меньшим числом «скачков» с одного маршрутизатора на другой. Постоянно изыскиваются также пути для выделения особых приоритетов одним классам данных по сравнению с другими. Принципиально

важно, чтобы видеопередача хирургической операции, к примеру, могла идти по сети без малейших задержек, за счет приложений, не столь чувствительных к срочности.

Еще одна ключевая для Internet2 технология - это многоадресное вещание (мультикастинг). При этом методе передачи один поток данных, к примеру, видеотрансляция, идет до некоторого узла единым массивом, а затем распадается на многочисленные копии, расходящиеся по адресатам. В нынешнем Интернете сервер-вещатель пока вынужден передавать отдельный поток данных для каждого адресата, что чрезвычайно перегружает имеющиеся сетевые ресурсы. Крупные компании, в том числе IBM и Microsoft, в своих внутренних сетях уже используют мультикастинг для рассылки, однако для реализации этой технологии в крупномасштабных сетях предстоит решить еще очень много проблем.

Internet2 интенсивно используется для тестирования новой версии Интернет-протокола, известной как IPv6. Среди прочих преимуществ этого протокола - кардинальное увеличение количества возможных Интернет-адресов, что готовит почву для будущего тотального подключения к Сети бытовых устройств, от холодильников и люстр до автомобилей. Как известно, компания Sony объявила, что в обозримом будущем намерена выпускать чуть ли не всю свою технику с заранее «защитым» IP-адресом. Гиганты индустрии вроде Sony, а также многочисленные разработчики грядущих устройств с беспроводной связью активно лоббируют скорейшее внедрение IPv6. Но хотя новый протокол существенно проще и дешевле в обслуживании, для корректной работы с ним необходимо провести модернизацию всех маршрутизаторов и написать соответствующее программное обеспечение, позволяющее воспользоваться потенциальными преимуществами 6-й версии. Пока же сайтам, работающим на основе IPv6, приходится устраивать для связи «туннели», упаковывая свои пакеты в формат ныне действующего протокола 4-й версии. А так как сети IPv4 по-прежнему продолжают расти с гигантской скоростью, переход к 6-й версии явно не будет простым и легким.

Погружение проходит нормально

Что же касается конкретных задач, решаемых с помощью Internet2, то большинство его наиболее продвинутых приложений в том или ином виде являются вариациями телеконференций. В конечном счете все сводится к тому, что люди смотрят в двумерный видеоэкран. Пусть большого размера и с картинкой высокой четкости, но в сущности это все тот же телевизор. Однако уже сейчас идет работа и над такими проектами, которые в будущем обещают иллюзию практически полного контакта собеседников, находящихся даже в разных концах континента. Наиболее амбициозный и, возможно, многообещающий из подобных проектов - это «Национальная инициатива телепогружения» (National Tele-Immersion Initiative). Четыре исследовательских центра в Нью-Йорке, Северной Каролине и Пенсильвании совместно разрабатывают технологию общения, реально воплощающую фантастические коммуникации из фильмов о будущем.

Пока что, правда, для «телевизора с погружением», где собеседника можно оглядеть со всех сторон и разве что не потрогать, требуется целая батарея из семи цифровых видеокамер, специальный шлем и поляризационные очки, а лишь один сеанс связи сразу пожирает 25% пропускной способности многогигабитной магистрали. Поэтому создатели технологии осторожно прогнозируют сроки ее реального внедрения лет эдак через десять. В сравнении с общими темпами развития Интернета, десять лет - это целая эпоха. Но разработчики уверены, что лежащие в основе их технологии идеи вполне способны привести к недорогой и практичной в использовании аппаратуре, поскольку когда проект лишь начинался, для генерации изображений требовалась система SGI Reality ценой в два миллиона долларов, а сейчас с той же задачей справляются компьютеры ценой менее двадцати тысяч.

Смотреть, но не трогать!

Одно из важнейших преимуществ, которое Internet2 дает ученым-исследователям и образовательным учреждениям, - это непосредственный доступ к работе с дорогой и зачастую уникальной аппаратурой. Типичный пример - комплекс телескопов обсерватории Gemini на

вершине горы Мауна Кеа, Гавайские острова. Известные астрономы, работающие в разных концах страны, получили возможность для самостоятельных работ с телескопами Gemini, находящимися от них за десятки тысяч километров. И если раньше весьма дорогостоящая командировка в уникальную обсерваторию могла полностью пойти насмарку из-за капризов погоды и плохой видимости, то теперь, наоборот, неожиданные ясные окна в периоды сезонного ненастья сразу открывают возможности для новых внеплановых исследований. С помощью Internet2 аппаратура Gemini сама извещает астрономов о благоприятных условиях для наблюдений, чем одновременно повышается эффективность использования телескопа и качество получаемых данных. Есть, правда, в этой работе один существенный нюанс. Стоимость телескопов обсерватории составляет около 185 миллионов долларов, и из соображений безопасности администрация не позволяет дистанционно управлять их ориентацией. Поэтому параметры, необходимые для настройки телескопа астрономы должны сообщить сотрудникам обсерватории, которые и выполняют нацеливание.

Следует подчеркнуть, что практикуемый на горе Мауна Кеа подход «смотреть, но не трогать!» нехарактерен для Internet2. Наоборот, многочисленные и разнообразные приборы непосредственно подключены к сети и допускают дистанционное управление оператором, находящимся за многие сотни и тысячи километров. Типичные примеры - «наноманипулятор» в университете Северной Каролины для работы с биомолекулами или сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) в

Мичиганском университете. Доступ студентов к работе с такими приборами открывает редкостные возможности для их обучения, а ограничения диктуются лишь расстояниями, на которых начинает сказываться конечная скорость передачи сигнала и появляются недопустимые задержки в манипуляциях пробниками аппаратуры.

#### Дети и соседи

Один из девяти СЭМ в мичиганской Лаборатории электронного микроручевого анализа подключен к Internet2 таким образом, что к нему имеют доступ даже ученики средних школ, подсоединяемых ныне к высокоскоростной магистрали. Делается это, естественно, не забавы ради. Обеспечивая детям возможности непосредственно наблюдать за работой ученых, демонстрируя возможности видеоконференций, дистанционного обучения и других широкополосных приложений, университеты надеются как можно раньше привлечь внимание подрастающего поколения к науке, ощутимо испытывающей ныне дефицит в свежих национальных кадрах.

Для подключения к магистрали Abilene американских школ и библиотек запущена специальная «инициатива K20» общенационального масштаба. Кроме того, постоянно предпринимаются шаги по выводу Internet2 за пределы страны, для чего заключены партнерские соглашения с тридцатью международными сетями. Наиболее тесные контакты, естественно, устанавливаются с географическими соседями. На севере Internet2 уже соединен с аналогичной высокоскоростной сетью Канады CANARIE, а на юге - с мексиканской научно-образовательной магистралью CUDI.

Однако проект K20 пока что пребывает в младенческом состоянии, поскольку лишь очень немногие американские школы имеют возможность подсоединиться к Abilene. В подавляющем большинстве регионов страны существующая инфраструктура для этого пока что слишком слаба.

#### Кому и кризис нипочем

Практически для всех приложений, разрабатываемых в Internet2, принципиально важной является проблема «последней мили». Именно этот фактор является определяющим в прогнозировании сроков, когда подобные приложения станут доступными обычным людям. Даже в сытых и богатых США по сию пору около 95% пользователей подсоединяются к Интернету через 56-килобитный модем. А в Internet2 вполне обычным является подключение к сети на скорости 100 Мбит/с и более. По оценкам специалистов, для модернизации до подобного уровня существующей массовой инфраструктуры Интернета могут понадобиться десятилетия.

Поэтому создаваемые в Internet2 высокоскоростные приложения поначалу будут внедрять у себя лишь самые богатые компании и организации, имеющие средства для сверхширокополосных подсоединений к магистрали. Кроме того, намечены приоритетные области, для которых будут выделяться целевые субсидии. В первую очередь - это телемедицина, оборудование для которой уже планируется установить в ведущих региональных центрах здравоохранения. По мере удешевления стоимости полосы пропускания телемедицина должна распространиться по районным больницам вплоть до кабинетов врачей.

## Особенности «интернет-2»

В основу сети «интернет-2» положен новый протокол IPv6. Его разработки начались еще в 1992 году. IPv6 является новым шагом в развитии Интернета. Этот протокол разработан с учетом растущих требований к Глобальной сети, которая давно уже перестала быть просто средой распространения файлов. Сегодня через Интернет передается большое количество данных, включая аудио- и видеопотоки, секретную информацию. И это не говоря уже о проблемах с нехваткой IP-адресов, которые могут возникнуть в самом ближайшем будущем. Поэтому уже начавшееся внедрение протокола IPv6 очень важно. Будем надеяться, что оно пройдет гладко и решит многие проблемы пользователей Сети.

IPv 6 предлагает 128-битные адреса (16 байт, в 4 раза больше, чем было), которые настраиваются абсолютно автоматически, прозрачно для корпоративного пользователя, что позволяет экономить время системных администраторов. В 128-битном адресном пространстве можно разместить столько устройств, сколько потребуется. Общее количество адресов в 128-битном адресном пространстве ~равно  $3.8 * 10^{38}$  (^ - степень), это огромная цифра (в IPv 4 было  $4.3 * 10^9$ ).

IPv 6 предлагает многочисленные улучшения в формате пакета, благодаря чему маршрутизация IP-пакета может происходить быстрее и с меньшими затратами вычислительных ресурсов маршрутизаторов. Например, вместо фрагментации пакетов данных в дороге, стороны заранее вычисляют максимально возможный размер пакета на пути между ними, и посылают пакеты не более этого размера, что экономит их время, время промежуточных маршрутизаторов и увеличивают скорость перекачки. В IPv 6 не требуется вычисление контрольной суммы заголовка IP-пакета на каждом маршрутизаторе (предполагается, что все современные маршрутизаторы имеют встроенный контроль ошибок). Вычисление контрольной суммы заголовка не такая дорогая операция, но когда это перестанут делать миллионы маршрутизаторов для триллионов пакетов каждую секунду, скорость всей сети в целом существенно вырастет. Кроме того, теперь размер заголовка IPv 6 пакетов теперь является фиксированным и равным 40 байтам (в IPv 4 размер заголовка варьировался от 20 до 60 байт), таким образом «оверхед» (служебные данные) в IPv 6 составляют фиксированную величину 2.6% от общего объема передаваемого трафика (в IPv 4 величина плавала в пределах 1.3 - 3.9 %).

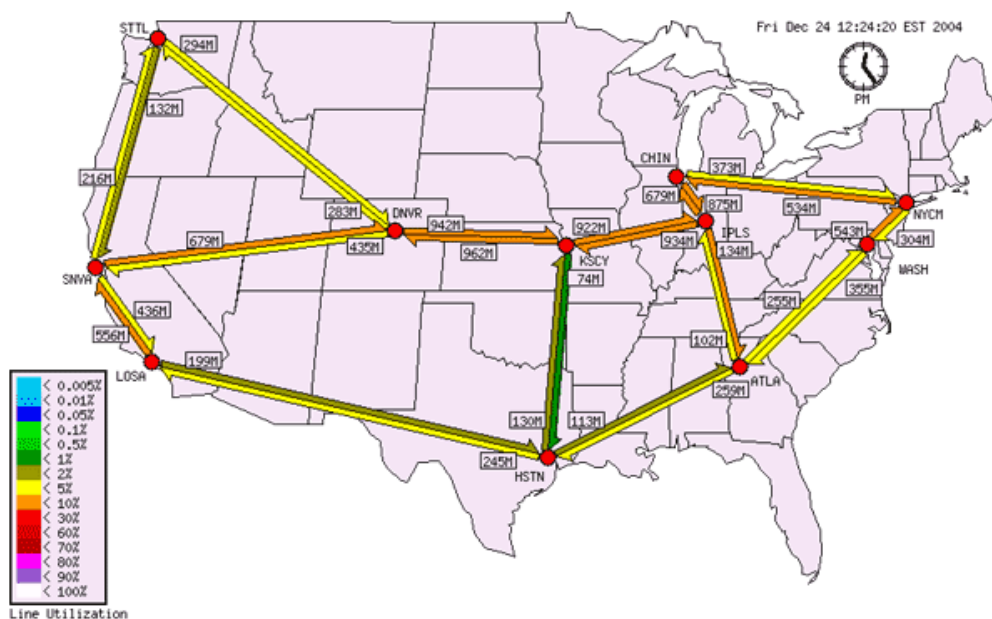
IPv 6 гарантирует «качество сервиса», то есть постоянное соблюдение параметров пропускной способности сети и времени переноски пакетов. Видео и IP-телефония, передаваемые через континенты через сеть IPv 6, будут иметь гораздо более высокое качество и не будут страдать от задержек в передаче данных.

Корпоративные сети могут иметь столько IP-адресов, сколько им надо. Администраторы откажутся от технологии трансляции адресов, в результате чего будет сэкономлено рабочее время системных администраторов, деньги на лишнее оборудование и вырастет скорость передачи данных. Кроме того существенно усилится безопасность корпоративных сетей.

IPv 6 поддерживает широковещательную передачу данных (multicast, мультикастинг) через сеть. Хорошим примером будет иллюстрация работы интернет-радиостанции. Сейчас каждый слушатель, подключившийся к радиостанции, вещающий потоком в 128Кбит, получает свой поток данных, т.е. 10 слушателям потребуется канал в 1Мбит, 100 — уже 100 Мбит/сек (хотя данные одинаковые!). Поэтому говорить о какой-либо массовости пока не приходится. Мультикастинг же позволяет передавать лишь одну копию данных (аудио, видео или какой-то другой поток) по общему для нескольких клиентов каналу связи. Тем самым достигается существенная экономия пропускной способности сети, и, как результат, дает «зеленый свет» технологиям видео и

аудиотрансляций через сеть Интернет в массовом порядке. Небольшая оговорка — через будущую Интернет сеть, которая будет поддерживать IPv 6.

Сеть разрасталась довольно быстро и на текущий момент покрывает довольно большую территорию США. Ее ядром является магистраль Abilene, ее пропускная способность составляет 10 Гбит/сек, а каждая машина, подключенная к ней, получает скорость не менее 100 Мбит/сек. Текущую загрузку сети всегда можно посмотреть на этом сайте:



пример диаграммы загрузки сети Abilene

Подключение клиентов к сети осуществляется через «точки присутствия» — gigapops, они позволяют эффективно использовать пропускную способность всей сети.

По большей части сеть используется для научных целей — дистанционное управление экспериментами, доступ в обсерватории, распределенная обработка огромных массивов данных и конечно цифровое видео. Возможность мультикастинга открывает практически безграничные перспективы (в пределах разумного, т.е. общей пропускной способности сети, конечно), поэтому для видеоконференций, а так же обычного вещания видео, сеть используется весьма активно. Скажем, для дистанционного обучения студентов — трансляция лекций в реальном времени или из архива по сети.

И хотя зона охвата сети Internet2 постоянно расширяется, в сеть вливаются все новые и новые сети, причем есть уже точки присутствия и в Европе, но, объективно говоря, пока большинство вкусностей находятся «у них». А что же у нас, в России?

«Интернет-2» в России

А у нас в России первым объявила о вводе в эксплуатацию фрагмента сети, работающего на протоколе IPv 6 и обладающего магистралью в 10 Гбит/сек, компания Корбина Телеком. Пока этот сегмент сети охватывает лишь два магистральных узла компании и сеть клиента Корбины — компанию Ниско. Протяженность этого участка сети составляет 28 километров.

Этот сегмент именуется «Интернет2», хотя формально он еще не имеет выхода к остальной Internet2 сети, по словам Александра Малиса, вице-президента компании, переговоры на этот предмет ведутся (находятся в финальной стадии), глобальное объединение является лишь вопросом времени.



Магистральная скорость сети в 10 Гбит/сек впечатляет. Компания заявляет, что на такой скорости достаточно одной секунды для передачи получасового видео высокой четкости (HDTV). Но тут стоит заметить, что подключение клиентов к Интернет2 Корбина производит на скоростях от 100 Мбит до 1 Гбит, т.е. тот же кусок видео мы передадим за 10 секунд. Но задумаемся — подключение от 100 Мбит, это же, как скорость в большинстве локальных сетей офиса... И никаких 128 Кбит, и не битом больше!

“Корбина Телеком” представила стенд, на котором были подключены три поколения Интернет-каналов: ADSL- и 100 Мбит/с каналы доступа в Интернет, а также 100-мегабитный оптический канал в Интернет2. Для того чтобы в ходе демонстрации достичь 100%-ной загрузки каналов, с серверов на техническом узле компании в главном здании МГУ им. М. В. Ломоносова передавалось несколько файлов общим размером в 12 Гб. Одновременно с передачей файлов по каждому каналу шла видеотрансляция того, что происходит в аппаратной. Файлы были переданы за 19 минут по сети Интернет2, за 24 минуты — по обычному 100-мегабитному каналу, а ADSL-канал очень надеялся закончить передачу через шесть часов. Качественная видеотрансляция обеспечивалась только по Интернет2 — благодаря механизму QoS и более эффективному использованию канала.

Проекты по внедрению в сетях Интернет-провайдеров передовых разработок подобного рода реализуются во многих странах мира, но в России “Корбина Телеком” стала первой компанией, приступившей к практической реализации Интернет2.

Ранее она уже объявляла о своем намерении вложить 30 млн. долл. в создание сетей широкополосного доступа в Интернет в 45 российских регионах. Первым этапом этого проекта стало построение в нынешнем году сети в Московской области. Таким образом, компания обладает соответствующей сетевой инфраструктурой для реализации своего новаторского проекта.

Не может не радовать заявление Малиса, что уже сейчас Корбина готова принимать заявки на подключение клиентов к Интернет2, если они находятся внутри МКАД (подключение в течение нескольких месяцев). Плюс компания вкладывает около 30 млн. долларов на создание и развитие сетей широкополосного доступа в 45-ти российских регионах.

А что же с существующими клиентами Корбины? Сейчас у компании ~1700 клиентов, их переход на Интернет2 планируется осуществлять параллельно с подключением новых. Другими словами, подключение новых клиентов предпочтительно напрямую к Интернет2, а существующих переводить в новую сеть по мере надобности. Стимулом к переходу, кроме высоких скоростей, будет являться более низкая цена трафика. Полный переход, по прогнозам компании будет выполнен в течение двух лет (это очень небольшие сроки!).

И кто же будет в рядах осчастливленных новыми технологиями? Вот тут для нас, конечных пользователей, пока не ясно — компания рассчитывает в первую очередь на корпоративных клиентов. Т.е. по словам Малиса, на тех, кто готов платить примерно по 3 тысячи долларов в месяц за канал. Да, трафик будет дешевым (ориентировочно 5\$ за гигабайт), но никто не обещал малых объемов :)

Не стоит забывать, что новые технологии требуют и нового оборудования, которое имеет поддержку «новинок времени». Разумеется, для работы с протоколом IPv6 старое оборудование не годится, в IPv6 новый формат пакетов, новая технология маршрутизации, встроенный мультикаст и т.д. Поэтому клиентам придется раскошелиться и на новые «железки». Утешает то, что большинство оборудования, проданного после 2003 года, уже имеет встроенную поддержку IPv6 (или будет ее иметь после смены прошивки устройства). В основном тут речь идет о маршрутизаторах, так как на оконечных компьютерах нужно будет лишь установить IPv6 стек, что довольно просто как в Windows, так и в \*nix-like системах (большинство этих систем имеют поддержку IPv6 протокола).

Теперь о совместимости. Мы имеем обратную совместимость, т.е. из IPv6 пространства можно увидеть IPv4 сеть (старый Интернет), но не наоборот. Другими словами клиенты, подключенные

к обычному Интернет, Интернет2 сеть увидеть не могут. Но тут уместно внести уточнение — увидеть могут, но не все, а лишь те, кто в состоянии настроить себе туннелирование в IPv 6 пространство используя один из шлюзов IPv 4 -- IPv 6, например, Hurricane Electric's IPv6 Tunnel Broker. Компания Hurricane Electric предоставляет свободный доступ в пространство IPv 6 через свой шлюз, достаточно лишь зарегистрироваться, включить у себя поддержку IPv 6 стека и соответствующим образом настроить туннелирование трафика.

Уместно сказать о планах Корбины по широкому внедрению трансляции видео по своей сети Интернет2 (действительно, почему бы не воспользоваться блестящими возможностями QoS и мультикастинга). Технически компания подготовилась заранее — в середине 2004 года был открыт некоммерческий проект [www.corbina.tv](http://www.corbina.tv), который предназначен для демонстрации возможностей современных высокоскоростных подключений к Интернет. Другими словами с этого сайта можно смотреть телевизионные каналы ТВЦ, СТС, REN-TV, RBC-TV, а так же первый канал (правда, последний только внутри сети Corbina Telecom). Плюс слушать радиостанцию Серебряный дождь. Отметим — все это в рамках IPv 4, т.е. обычного Интернет, нужен лишь компьютер, на котором и будут показываться все передачи в реальном времени. Разумеется, качество обслуживания потока в текущем Интернет обеспечить очень сложно, поэтому даже на высокоскоростных (несколько мегабит) каналах могут появиться задержки и провалы кадров. Но вот в Интернет2 с этим все отлично — QoS является составляющей частью протокола, а мультикаст позволяет существенно экономить полосу пропускания. Поэтому в новой сети телевизионное вещание развернется в полную силу.

Но, несмотря на оптимистическое заявление в предыдущем абзаце, полный переход на IPv 6 процесс очень долгий. Возможно, что многие корпоративные клиенты и перейдут на новые технологии, но зачем это нужно тем, кого устраивают каналы в мегабит, потребление трафика составляет ~500\$ в месяц? Да и еще придется менять весь парк коммутаторов/маршрутизаторов (потому что в офисе стоят железки ценой никак не больше нескольких сотен долларов?). А с классом "home users" еще хуже — может я и пессимист, но слабо себе представляю, что остальные провайдеры вот так, «почти на халяву» переведут своих клиентов на IPv 6 и подключат к общей сети Интернет2. Нет, конечно, когда-нибудь переведут и подключат, но, на мой взгляд, это процесс долгий, гораздо более долгий, чем два-три года. Не забываем и про многочисленные сети класса «homelan», т.е. объединение в единую локальную сеть несколько рядом стоящих домов в районе...