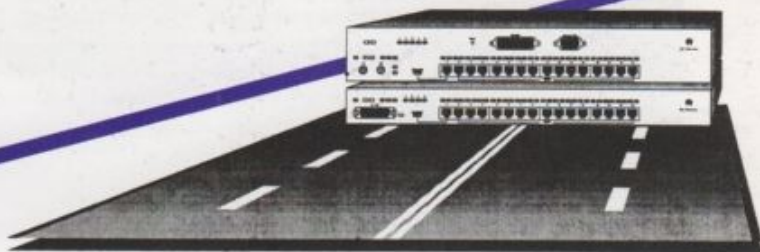


**Jet**

**INFO**

**МАТЕРИАЛ  
НОМЕРА**

**На пути  
к коммутируемым сетям**



**А ТАКЖЕ:**

- **НОВОСТИ INTERNET**
- **ИНТЕРВЬЮ ГЛАВЫ МОСКОВСКОГО ПРЕДСТА-  
ВИТЕЛЬСТВА КОМПАНИИ BAY NETWORKS МАЙКА  
ХЭММОНДА**
- **СЕТЬ ПРАВИТЕЛЬСТВА ГОРОДА ФИЛАДЕЛЬФИЯ**

**СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК**  
**NETCOM'96**

**18**  
**1996**

**И Н Ф О Р М А Ц И О Н Н Ы Й   Б Ю Л Л Е Т Е Н Ь**



## Продукты компании Bay Networks объединяют людей

Интервью главы московского представительства компании Bay Networks Майка Хэммонда бюллетеню Jet Info

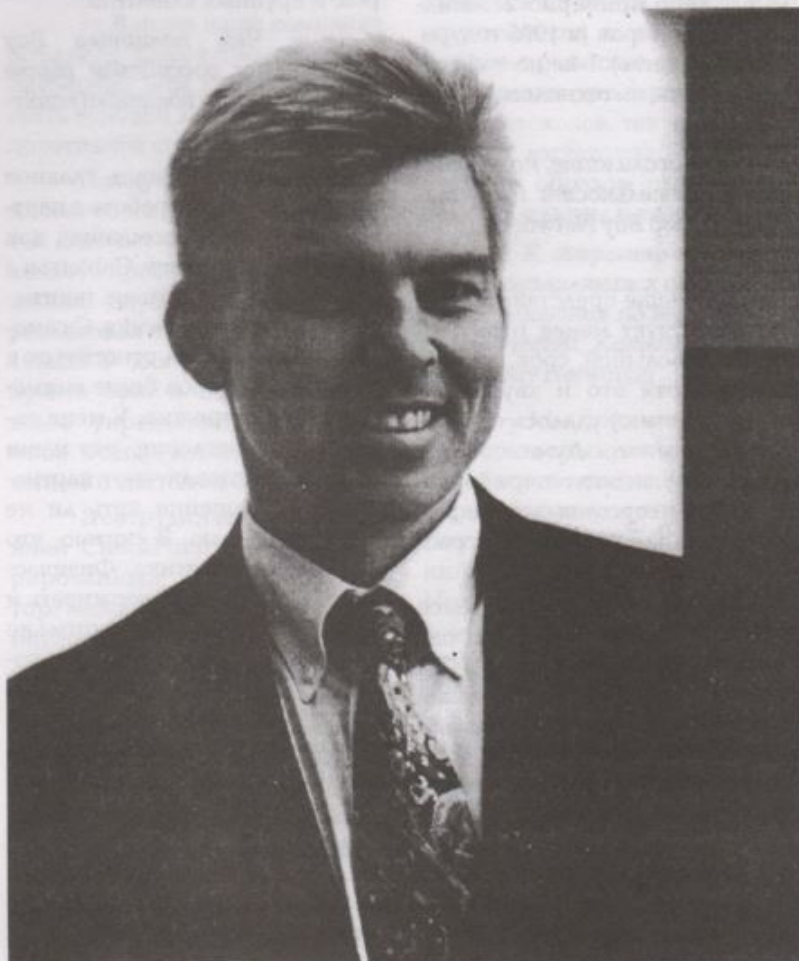
— Мистер Хэммонд, компания Bay Networks известна во всем мире как крупнейший производитель активного сетевого оборудования. Тем не менее, поскольку компания развивается очень динамично, постоянно расширяет свое присутствие на рынке, я думаю, стоит начать нашу беседу с рассказа о нынешней структуре Bay Networks.

— В свое время компания Bay Networks образовалась в результате слияния компаний Sup-Optics и Wellfleet. Наша главная штаб-квартира располагается в городе Санта-Клара (Калифорния), но и бывшая штаб-квартира компании Wellfleet в пригороде Бостона (Массачусетс) продолжает играть заметную роль.

Как и во всех американских фирмах, структура нашей компании все время меняется, чтобы лучше отвечать запросам рынка. Более года назад мы приобрели компанию Centillion, известную в качестве крупнейшего производителя коммутаторов Token Ring/ATM. Эта покупка оказалась очень удачной. Сейчас продукты Centillion, к которым была добавлена поддержка Ethernet, продаются очень хорошо.

В конце 1995 года была приобретена компания Xylogics — лидер на рынке устройств удаленного доступа. Эта линия у нас также развивается очень хорошо.

В 1996 году мы приобрели несколько более мелких фирм. Они являются лидерами в своих областях, это стратегические фирмы, но их масштаб меньше, чем у Centillion и Xylogics. Можно назвать компании Performan-



се Technology, совсем недавно была приобретена часть фирмы Penril DataComm Networks, связанная с производством модемов.

В чем состоит цель этих приобретений? Конечно, у нас очень хорошая технологическая база, но мы понимаем, что одна фирма не может, просто физически не в состоянии предложить все сетевое оборудование. Поэтому, если мы, как ведущий поставщик на рынке сетевого оборудования, хотим предлагать все или почти все, мы должны сотрудничать с другими компаниями или приобретать их.

Наша активность объясняется еще и тем, что компания Bay Networks стала гораздо серьезнее относиться к рынку Internet-продуктов. Именно на расширение присутствия на этом рынке ориентирована покупка компаний Xylogics, Penril и Performance Technology.

Что касается финансовых масштабов компании, то в 1996 финансовом году ее оборот превысил 2 миллиардов долларов. Нужно сказать, что и рынок сетевого оборудования в целом, и наша компания развиваются очень хорошо, динамично. Так, по сравнению с 1995 финансо-

вым годом оборот вырос на 47%. Чистая прибыль превысила 200 миллионов — и это несмотря на многочисленные крупные приобретения!

Показательно, что за год в исследования и разработки было вложено примерно 213 миллионов долларов (в 1995 году — 145 миллионов). Мы не собираемся уступать технологическое лидерство.

**— Расскажите, пожалуйста, о деятельности представительства Bay Networks в России.**

— Наше представительство существует менее года. Это очень небольшой срок, но по моему (хотя это и звучит не очень скромно) удалось сделать довольно много. Думаю, что в России нас знают теперь гораздо лучше, торговая марка Bay Networks приобрела вес на российском рынке.

Конечно, мы занимаемся здесь рекламой, маркетингом, но я бы не сказал, что это наша главная задача. Самая главная цель состоит в поддержке наших партнеров, чтобы они могли осуществлять грамотные и многочисленные продажи. Разумеется, в этом направлении работу нужно продолжать, но я думаю, что мы уже достаточно многого достигли.

Мы предусмотрели в нашем офисе помещения для центра обучения, потому что понимаем, что это очень важно на современном рынке. Как правило, здесь будет проходить неформальное обучение. Если человеку нужно просто получить сертификат, он может заниматься во Франции, но содержательные знания мы в состоянии дать и здесь, в России, и это, еще раз повторю, очень важно.

У нас хороший демонстрационный зал. Он предназначен не только для показов. Здесь наши специалисты могут работать вместе со специалистами

наших партнеров, таких как Jet Infosystems, чтобы разбираться в проблемах, когда они появляются. На мой взгляд, правильнее было бы назвать демонстрационный зал центром поддержки — и российских партнеров, и крупных клиентов.

**— Чем политика Bay Networks на российском рынке отличается от политики конкурентов?**

— На мой взгляд, главное отличие состоит в работе с партнерами. У таких компаний, как 3Com, Cisco Systems, Cabletron в России гораздо больше партнеров, чем у Bay Networks. С самого начала я решил относиться к выбору партнеров более внимательно и осторожно. У меня создается впечатление, что наши конкуренты заключают партнерские соглашения чуть ли не каждую неделю. Я считаю, что это плохая политика. Физически невозможно поддерживать и правильно обучать столько партнеров. Как реселлер, особенно в провинции, может грамотно продавать и обслуживать сетевое оборудование, если он сам не обучен?

Может быть, моя политика в первый год будет сопряжена с определенными убытками. Возможно, конкурентам, располагающим более обширным набором партнеров, будет проще продать свою технику. Но что случится потом? Как только клиенты убедятся в неспособности реселлера обслуживать проданное оборудование, они перенесут свое недовольство на фирму-производителя.

Я хочу, чтобы компания Bay Networks стабильно и успешно работала на российском рынке, поэтому с точки зрения долгосрочных перспектив более правильным, более корректным является постепенный подбор партнеров, их серьезное обучение и поддержка.

Посмотрим через год-другой, кто из нас был прав.

**— Если Вы не возражаете, давайте перейдем к более техническим вопросам. Каковы основные направления технической политики Bay Networks?**

— Как лидирующий производитель на рынке активного сетевого оборудования, компания Bay Networks должна предлагать практически все и для локальных, и для глобальных сетей. Поэтому я не могу сказать, что с технической точки зрения мы сосредоточим усилия на каких-то узких направлениях, хотя, конечно, у нас есть система приоритетов. Мы вкладываем значительные средства в исследования и разработки в области глобальных сетей, в области Internet, в области крупных локальных сетей. В то же время, мы не забываем и о потребностях небольших компаний. В начале июля было объявлено семейство недорогих сетевых решений — NETGEAR — для компаний, офисы которых зачастую располагаются прямо в домах у их руководителей.

В компании Bay Networks понимают, что построение корпоративной сети обходится заказчикам недешево. В этой связи важно обеспечить как сохранение сделанных инвестиций, так и возможность постепенного наращивания сетевой конфигурации с целью сглаживания пиковых инвестиционных нагрузок. Мы предлагаем самую лучшую, самую передовую технику в виде, позволяющем заказчику вкладывать как можно меньше денег в начале с последующим правильным и грамотным развитием сети.

Показательно в этом отношении семейство концентраторов System 5000. Это наш стратегический продукт, на долю которого приходится около 25% доходов компании. Концентраторы System 5000 устанавливаются в центре корпоративной сети, где нужно все — коммутация, маршрутизация, обслужи-

вание обычных Ethernet-сегментов, удаленный доступ и т.д. Модульная структура System 5000 позволяет заказчику выбрать оптимальную на текущий момент конфигурацию с практически неограниченными возможностями по ее наращиванию. Почти все, что предлагает Bay Networks, сосредоточено в этом устройстве.

Думаю, что ни одна другая компания не в состоянии предложить магистральный концентратор со столь широким набором модулей, основанных целиком на собственных разработках.

**— Итак, System 5000 — стратегическая разработка компании Bay Networks. Какие еще продукты, лидирующие с технической точки зрения, Вы хотели бы назвать?**

— Я уже говорил, что Bay Networks покрывает практически весь спектр сетевого оборудования. В то же время, я по понятным причинам всегда имею в виду российский рынок. Я считаю, что здесь мы имеем дело прежде всего с рынком телекоммуникаций, он будет расти достаточно быстро. В плане телекоммуникаций наша компания может предложить очень мощные решения. У нас есть родная техника Wellfleet, это очень хорошая, надежная, высокопроизводительная линия маршрутизаторов. Нарастиваемые маршрутизаторы семейства ASN не имеют аналогов. Магистральные маршрутизаторы семейства Backbone Node — BLN и BCN — это многопротокольные маршрутизаторы нового поколения, удовлетворяющие самым жестким требованиям по производительности и надежности. То, что BCN — лидер по производительности среди маршрутизаторов, является общепризнанным фактом.

Плюс к этому, у нас есть теперь линия продуктов Xylogics для обслуживания потребностей небольших организаций.

Думаю, что мы в состоянии удовлетворить все нужды в области телекоммуникаций.

**— Что предлагает Bay Networks в такой горячей области, как информационная безопасность?**

— В июне наша компания объявила семейство решений BaySecure. Эти решения могут стать основой защищенной корпоративной среды.

Продукт BaySecure LAN Access обеспечивает защиту сетей Ethernet от несанкционированного прослушивания и вторжения. BaySecure LAN Access реализован в виде двух модулей 10Base-T для концентраторов System 5000 и Distributed 5000 плюс управляющее программное обеспечение, интегрированное с системой Optivity.

В сотрудничестве с компанией CheckPoint создан интегрированный маршрутизатор/межсетевой экран BaySecure FireWall-1. Достоинства уникальной технологии фильтрации, запатентованной компанией CheckPoint, широко известны, они подтверждены лидерством на рынке. Наши заказчики смогут распространить действие политики безопасности на виртуальные локальные сети, корпоративные магистрали и соединения с внешними сетями. Управляющее программное обеспечение для BaySecure FireWall-1 доступно на платформах Unix, Windows NT и Windows 95.

Для обеспечения безопасности удаленного доступа в серверах Xylogics Remote Annex реализована поддержка протокола аутентификации и протоколирования Remote Authentication Dial-In User Services (RADIUS).

В деле обеспечения безопасности Bay Networks применяет и продукты своих давних партнеров, таких как Security Dynamics, поставляющих аутен-

тификационные карточки SecurID. В общем, и здесь у Bay Networks целостная и эффективная стратегия.

Подчеркну, что вопросами информационной безопасности наша компания начала заниматься не вчера. Наши маршрутизаторы и коммутаторы содержат развитые средства для фильтрации самых разных сетевых протоколов, так что пользователям достаточно всего лишь нужным образом сконфигурировать фильтры и включить их.

**— К современным системам предъявляются очень высокие требования по надежности и живучести. Каковы здесь позиции Bay Networks?**

— Мы понимаем, что для корпоративных сетей работоспособность концентраторов и маршрутизаторов является критически важной. В основе решений, которые предлагает Bay Networks, лежит многопроцессорная, модульная архитектура сетевого оборудования. Если выходит из строя один процессор, изделие Bay Networks остается работоспособным. Если подобное случится в изделии наших конкурентов, оно прекратит работу.

То же относится и к модулям. Выход из строя одного из них не приведет к полной остановке концентратора или маршрутизатора от Bay Networks.

Наше оборудование снабжается дополнительными блоками питания и вентиляторами. В особо ответственных местах может устанавливаться резервное оборудование, которое автоматически включится в работу в случае отказа основных компонентов. Таким образом, все жизненно важные компоненты оказываются продублированными, а надежность сетевого оборудования в целом соответствует его ключевой роли в корпоративной информационной системе.

**— Возможность эффективного управления сетевыми конфигурациями — важнейшее условие продуктивной эксплуатации корпоративных информационных систем. Что предлагает Bay Networks в этой области?**

— Ответ прост — это система Optivity. На долю Optivity приходится примерно вдвое большая доля рынка, чем у ближайших конкурентов. Система Optivity может использоваться в сетях любого размера. Заказчики, покупающие самое дорогое оборудование — маршрутизаторы BCN и концентраторы System 5000, управляют своими сетями с помощью Optivity. Заказчики с более скромными запросами, покупающие продукты семейства BayStack, также пользуются Optivity. Это очень гибкая и, одновременно, мощная система управления с удобным интерфейсом. Несомненно, она будет развиваться. Она представляет собой как бы базу для наших будущих планов в области управления сетями.

Optivity совместима с другими системами сетевого управления, такими как SunNet Manager, HP OpenView, IBM NetView. В нашем офисе мы используем связку с SunNet Manager.

**— Скажите, существует ли хоть одна область в мире сетей, где компания Bay Networks чувствовала бы себя не в своей тарелке?**

— Традиционно наша компания уделяла основное внимание крупным корпоративным заказчикам и, соответственно, мощному, дорогому сетевому оборудованию. Здесь выбор решений, предлагаемых Bay Networks, исключительно широк. Как говорится, просто глаза разбегаются.

Сейчас одним из стратегических направлений становится поддержка мелких и средних клиентов. Хотя сети у них

невелики, этот рынок бурно развивается, и уже упоминавшаяся мной программа NETGEAR направлена на то, чтобы Bay Networks и на этом, недорогом конце спектра, чувствовал себя столь же уверенно. Не исключено, что в текущем году будут предприняты и другие шаги в этом направлении.

**— Создается впечатление, что в области ATM Bay Networks держится несколько особняком. Так ли это?**

— Думаю, что это совсем не так. Не знаю, известно ли Вам, что относительно недавно высшее руководство компании Bay Networks достигло соглашения с компаниями 3Com и IBM о создании альянса с целью выработки совместных ATM-стандартов. Аналитики, рынок в целом очень серьезно воспринимают этот альянс. Рынок ATM страдает исключительно из-за отсутствия общепринятых стандартов, и если лидеры придут к соглашению, это принесет пользу всем.

**— Каковы стратегические планы компании в области высокоскоростных сетевых технологий? На что делается ставка — на ATM, Fast Ethernet, еще на что-нибудь?**

— Такая компания-лидер, как Bay Networks, не может делать ставку на что-то одно. Мы должны предлагать все. Это необходимо, потому что крупные организации с разнообразными запросами хотят покупать оборудование у одного производителя. С другой стороны, наша компания действительно в состоянии предложить практически все. У нас превосходные продукты для ATM и Fast Ethernet, мы продолжаем их совершенствовать, одновременно участвуя вместе с другими компаниями в разработке гигабитного Ethernet.

У нас очень много крупных клиентов с большим парком

разнообразного установленного оборудования. Мы, разумеется, должны их поддерживать, заботиться о сохранении их инвестиций. Мы, как солидная компания, не можем взять и бросить какое-то направление. Повторю — мы будем предлагать все, мы уже сегодня делаем это.

Наша компания придает очень большое значение технологии коммутации. Мы предлагаем и будем предлагать высокопроизводительные продукты, в которых сочетаются свойства маршрутизаторов и коммутаторов. Думаю, мало кто из наших конкурентов сможет предложить нечто подобное, поскольку для этого нужно владеть передовой технологией в обеих областях.

**— В России слова "маршрутизатор" и "Cisco" — практически синонимы. Как Bay Networks планирует изменить эту ситуацию?**

— Действительно, не секрет, что в области Internet у компании Cisco Systems более сильные позиции, чем у нас. Исторически сложилось так, что при строительстве Internet использовались в основном маршрутизаторы этой компании, а маршрутизаторы Bay Networks устанавливались в первую очередь в корпоративных сетях. Мы понимаем важность рынка Internet и предпринимаем соответствующие шаги. Здесь мы, наряду с нашими традиционными продуктами, наеемся на устройства Xylogics как на недорогое и достаточно надежное решение. Запланированы и некоторые другие меры.

Думаю, что столь большая доля Cisco Systems на Internet-рынке объясняется исключительно историческими, а не техническими причинами. Наши маршрутизаторы по меньшей мере не хуже, чем у конкурентов. Просто здесь действует инерция мышления. Если Internet-провайдер А использует

маршрутизаторы Cisco, то и новый провайдер В, глядя на соседа, скорее всего захочет применить ту же аппаратуру. Однако сейчас ситуация меняется. Internet-провайдеры стали больше внимания обращать на сравнение технических параметров маршрутизаторов. Компания America Online провела испытания и по их результатам выбрала продукцию Bay Networks. После этого еще несколько провайдеров сделали ставку на Bay. Так что постепенно наша доля Internet-рынка увеличивается.

Мы будем активно работать на Internet-рынке и в Рос-

сии. Мы понимаем, что это не легко, но как только появится провайдер, который будет использовать наше оборудование, люди перестанут говорить: "Нам нужны только маршрутизаторы Cisco". Люди станут делать свой выбор осознанно.

**— Номер Jet Info с Вашим интервью будет распространяться на выставке Netcom'96. Что Вы хотели бы пожелать читателям Jet Info и посетителям выставки?**

— Я хотел бы пригласить читателей Jet Info и посетителей выставки прийти к нам в офис

вместе со специалистами компании Jet Infosystems. Вы сможете подробно ознакомиться с нашим оборудованием, поговорить с нашими специалистами, посмотреть, как мы сотрудничаем с Jet Infosystems. Убежден, что вы останетесь довольны и качеством оборудования, и уровнем специалистов.



**Bay Networks**

The Merged Company of SynOptics and Wellfleet



## Сеть правительства города Филадельфия

(Материал компании Bay Networks)

### Постановка задачи

Правительству города Филадельфия требовалось создать общегородскую сетевую инфраструктуру, позволяющую централизованной администрации быстро реагировать на запросы пользователей (последних около пяти тысяч). Речь идет о муниципальных услугах для местных жителей и организаций. Сеть должна связывать все департаменты и агентства городской администрации (а Филадельфия — один из крупнейших и старейших городов США), представлять собой открытую систему с оптоволоконной магистралью, уменьшать стоимость и повышать надежность коммуникаций, быть масштабируемой, способной поддерживать перспективные приложения.

### Правительство Филадельфии связывает свои агентства высокоскоростной сетью

Городам мирового значения нужны устойчивые компьютерные сети, чтобы повысить эффективность работы адми-



нистрации и оказывать услуги горожанам экономически оправданным образом. Когда правительство Филадельфии строило долгосрочные планы в области компьютерных сетей, было принято решение построить основанную на применении маршрутизаторов объединенную сеть, способную поддерживать как централизованные приложения, так и приложения, специфичные для отдельных агентств.

Эдгардо Бэрриос занимает в городской администрации должность руководителя департамента телекоммуникаций. Он поясняет: "Мы хотели уменьшить расходы на компьютерную

сеть, одновременно повысив ее надежность. С этой целью правительство Филадельфии создало общегородскую сетевую инфраструктуру, позволяющую централизованной администрации быстро реагировать на запросы пользователей."

Работники администрации сформулировали свои потребности и установили приоритеты. Правительство нуждалось в дальнейшей автоматизации делопроизводства, создании интегрированной сети правоохранительных органов, подключении к сети департамента здравоохранения и некоторых других городских служб, таких как департамент водоснабжения. Требова-

лось также предоставить новые услуги, например, оперативный доступ к библиотекам.

Ранее каждый департамент имел свою собственную сеть, а правительство располагало сетевой инфраструктурой на основе протоколов SNA и мэйнфреймов IBM. Бэрриос свидетельствует: "У нас было около 4000 терминалов, подключенных с помощью протоколов SNA. Кроме того, в наших сетях можно было встретить любой мыслимый протокол, все виды операционных систем и компьютеров. Островки информатизации были изолированными в силу несовместимости операционных систем. Мы располагали маршрутизаторами всех известных в мире марок, включая оборудование от компаний Crosscom, Cisco и Timeplex. Мы стремительно усугубляли нашу неспособность к обмену информацией, поскольку каждый сетевой островок развивался по-своему."

Решением стало "City Net" — общегородское объединение сетей на основе оптоволоконной магистрали, маршрутизаторов и концентраторов компании Bay Networks и мультиплексоров компаний Fujitsu и Newbridge Networks. Это объединение удовлетворяет не только текущие, но и перспективные потребности городского правительства. "City Net" проектировалось как объединение сетей, основанное на стандартах, способное связать все отделения администрации без лишних расходов. Проработка проекта и закупки выполнялись централизованно с целью максимального использования пропускной способности линий связи.

**Программа "City First Team" ориентировала агентства на построение общей инфраструктуры**

В аппарате мэра понимали важность информационных систем. Было решено назначить Джона Кэрроу руководителем

департамента информатизации. Тот быстро сформировал набор компьютерных и коммуникационных стандартов, следование которым должно было обеспечить городским агентствам взаимную совместимость и снижение расходов на закупки.

Кэрроу разработал также программу "City First Team". В этой программе участвовали представители всех департаментов и агентств, что позволило правительству улучшить компьютерную инфраструктуру, одновременно упростив и удешевив ее. Участники программы разработали стандарты и предложили многочисленные политические решения, способствующие взаимной совместимости и экономии средств. Были подсчитаны сетевые ресурсы, необходимые правительству в целом. На основании полученных оценок была спроектирована экономичная, следующая стандартам магистральная сеть, способная сделать услуги правительства по отношению к налогоплательщикам более эффективными.

Применительно к маршрутизаторам участники программы разработали ясные критерии отбора. Правительство нуждалось в мощном оборудовании, способном поддерживать новые технологии и дополнительных пользователей. Было решено использовать в объединении сетей общий протокол — TCP/IP. Было решено также, что в подсетях по-прежнему будут применяться разные протоколы, поэтому требовались маршрутизаторы, способные поддерживать по существу любой протокол локальной сети.

"Нам необходимо было отказаться от типичной иерархической структуры SNA и прийти к сети с точечной магистралью, где маршрутизаторы обрабатывают многопротокольный трафик" — заявил Бэрриос. — "Там, где локальная сеть подключалась

к мэйнфрейму IBM, другой локальной сети или Unix-серверу, нам нужен был общий протокол, чтобы увеличить эффективность и уменьшить число проблем."

После детальной проработки были выбраны маршрутизаторы и концентраторы компании Bay Networks. "Мы нуждались в высококачественных продуктах с возможностью легкого встраивания в "City Net" — добавляет Бэрриос. — "Компания Bay Networks предлагает расширяемую аппаратную платформу, позволяющую нам наращивать сеть по своему усмотрению. Bay Networks поставляет магистральные и периферийные маршрутизаторы, а также концентраторы, необходимые для реализации наших проектов точечных магистралей. Большим удобством является единая точка контакта по закупкам и сервисному обслуживанию. Вот почему правительство Филадельфии при решении проблемы объединения сетей остановило свой выбор на компаниях Bay Networks и Bell Atlantic."

**Оптоволоконная магистраль обслуживает все департаменты**

По заказу правительства Филадельфии компанией Bell Atlantic была построена собственная городская сеть с использованием технологии SONET (Synchronous Optical Network). Эта магистральная сеть обладает пропускной способностью 25 Мб/сек. Она соединяет 15 узлов, 11 из которых располагаются в офисах компании Bell Atlantic, находящихся в близости от зданий городского правительства. Остальные 4 узла представляют собой важные городские здания: главное полицейское управление, здание муниципальных услуг, центр уголовной юстиции и департамент информатизации в аппарате мэра.

*Продолжение — см. стр 20*



# На пути к коммутируемым сетям

Достоинства технологии коммутации в корпоративном масштабе  
(Материал компании Bay Networks)

## Содержание

1. Переход к новой архитектуре.....	9
1.1. Топология и технология — это еще не архитектура .....	9
1.2. Периоды быстрых радикальных изменений требуют наилучшего планирования .....	9
1.3. Технология коммутации требует быстрых изменений .....	10
1.4. Время собирать камни.....	10
1.5. Что такое коммутируемая корпоративная сеть? .....	10
1.6. Виртуальные локальные сети (ВЛВС) делают коммутацию гибкой .....	11
1.7. Технология коммутации выгодна всем .....	11
1.8. Густой соус, а не десерт... ..	12
2. Семь шагов к коммутируемой корпорации.....	12
2.1. План планирования .....	12
2.1.1. Шаг 1: переучет сети — разберитесь, что вы имеете .....	12
2.1.2. Шаг 2: продумайте протоколы .....	13
2.1.3. Шаг 3: разделите технические и политические границы.....	14
2.1.4. Шаг 4: спланируйте корпоративные топологии; установите иерархию производительности .....	15
2.1.5. Шаг 5: спланируйте виртуализацию .....	17
2.1.6. Шаг 6: определите, где бороться за качество .....	18
2.1.7. Шаг 7: куда ставить коммутаторы? .....	18
2.2. Планировать или не планировать?.....	19
3. Следует ли строить коммутируемую корпоративную сеть? .....	20
<b>1. Переход к новой архитектуре</b>	
Переход к технологии коммутации как средство решения проблем, связанных с пропускной способностью, масштабируемостью и управ-	

ляемостью сети, может быть простым или сложным в зависимости от того, какие цели преследуете Вы — архитектор сети. Можно легко и безболезненно поставить коммутатор для ликвидации локальных проблем, но можно и полностью перепроектировать сеть, отдавая технологии коммутации ключевую роль. Как правило, точечное применение коммутации сулит легкую победу, однако при этом теряется шанс извлечь выгоды из новой технологии в корпоративном масштабе. Чтобы получить максимальную отдачу от средств, выделяемых отделу информатизации, руководители должны планировать эволюционный переход к коммутируемым корпоративным сетям. Какой тип коммутации следует использовать? Где целесообразно устанавливать коммутаторы? Как готовиться к переходу на новую технологию? Какие решения должны быть приняты на этапе планирования? В своей статье мы попытаемся дать ответы на эти вопросы и наметить опорные точки для планирования коммутируемых корпоративных сетей.

### 1.1. Топология и технология — это еще не архитектура

Планирование означает разработку архитектуры сети. Архитектура — это нечто большее, чем перечень устройств и топологий, разбросанных по шкафам, этажам и зданиям, нечто большее, чем совокупность маршрутизаторов, концентраторов и звездных топологий. Архитектура включает в себя изложение стратегии и планов, опре-

деляющих основные элементы сети и отношения между ними. Не может быть такой вещи, как частный план — это все равно, что отсутствие плана. То же верно и по отношению к архитектуре сети. Либо существует документированный, хорошо продуманный проект, либо не существует ничего. Архитектурный проект — вот то, что отличает корпоративную инфраструктуру от кое-как связанных между собой локальных сетей.

Компонентами архитектуры являются проект верхнего уровня, конкретные технологии, применяемые в подсетях, схемы концентрации, коммутации и объединения, связанные сервисы, кабельное хозяйство, системы управления и, наконец, протоколы, на которых основывается реализация приложений. Архитектура устанавливает ключевые точки стабильности в сети, посредством которых происходит интеграция технологий нового поколения в рамки базы установленных систем. Строгое определение ключевых интерфейсов позволяет проявлять гибкость в конкретных решениях. Наличие архитектурного каркаса сети дает организациям возможность справиться с быстрыми непредусмотренными изменениями в технологии или способе ведения дел.

### 1.2. Периоды быстрых радикальных изменений требуют наилучшего планирования

И люди, и организации в периоды быстрых изменений и массовых инноваций ощущают крайний дискомфорт. Изменения заставляют людей пересматривать образ мышления,



привычный порядок вещей. Чтобы успешно воспринять изменения, приходится отказаться от знаний, бывших полезными в прошлом, и учиться работать по-новому. Для большинства это очень болезненный процесс. Чтобы двигаться вперед, организация, столкнувшаяся с необходимостью изменений, должна выработать план.

### 1.3. Технология коммутации требует быстрых изменений

Сетевая индустрия и, следовательно, владельцы сетей вступают в период радикальных изменений. Технология коммутации вообще и ATM в особенности ведет к скачкообразным (а не непрерывным, постепенным) изменениям в способах построения сетей. Новые технологии не есть нечто, лишь немногим более быстрое по сравнению с существующими сетями. Речь идет о росте на два порядка. Столь большой, скачкообразный рост определяет характер перемен. С приходом коммутации сети превращаются в нечто совершенно новое. Хотя коммутаторы можно заставить вести себя подобно ранее установленному сетевому оборудованию, их мощь, а также причины, вызывающие переход к коммутации, проистекают из их способности к изменению методов проектирования, построения и эксплуатации сетей. Дальновидные руководители должны быть впереди волны и уже сейчас планировать внедрение технологии коммутации.

### 1.4. Время собирать камни

Много дорог ведет к корпоративной коммутируемой сети. Это неизбежно, главным образом в силу разнообразия сетевых технологий, используемых компаниями. Тем не менее, в своей основе высокоуровневая структура коммутируемой сети

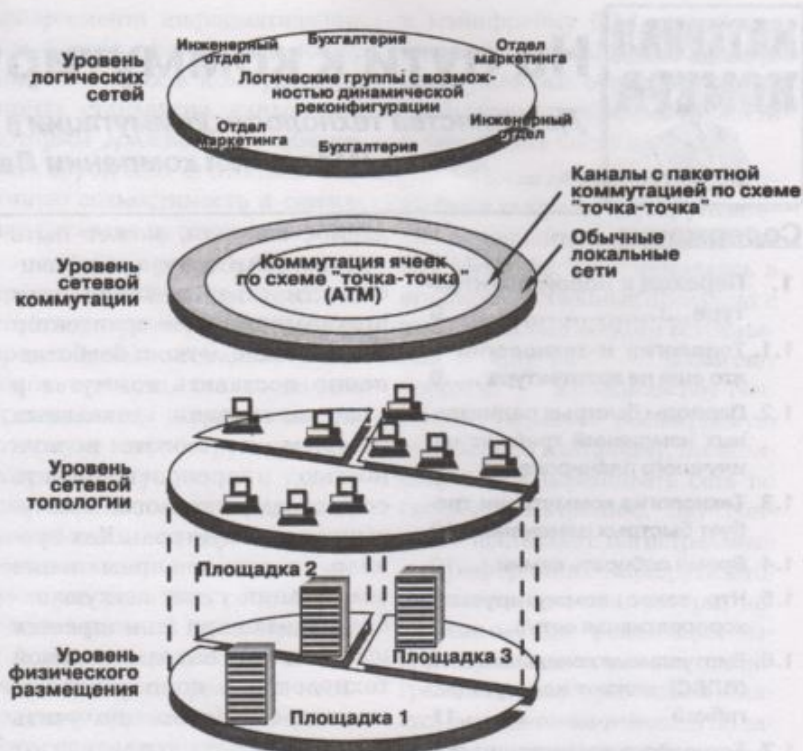


Рис. 1. Анатомия корпоративной сети. Ядро сети (магистраль и избранные рабочие группы) обслуживается высокоскоростными ATM-соединениями. К ATM-ядру подсоединяются устройства и рабочие группы, связанные между собой посредством коммутаторов Ethernet и Token Ring. В свою очередь, унаследованные системы, использующие АВС с разделяемым доступом, включаются в коммутируемую инфраструктуру с помощью обычных мостов и маршрутизаторов.

проста. Она включает в себя следующие компоненты:

- высокоскоростное ядро коммутации со связями "точка-точка", предоставляющее по крайней мере 100 Мбит/сек каналы для агрегирования и переброски трафика по корпоративной сети;
- высокоскоростные коммутаторы кадров (Ethernet или Token Ring), поддерживающие выделенные каналы к настольным системам, серверам и ресурсам рабочих групп;
- механизмы, интегрирующие существующие широковещательные локальные сети с разделяемым доступом и коммутируемое окружение.

### 1.5. Что такое коммутируемая корпоративная сеть?

На рис. 1 представлен концептуальный взгляд на то, как различные коммутационные технологии взаимодействуют друг с другом в рамках корпоративной сети.

Корпоративная сеть, основанная на технологии коммутации (иногда называемая коммутируемым объединением сетей, КОС) является сетью с высокой пропускной способностью и малыми задержками, наделенная атрибутами кадровой и ячеечной коммутации. Ряд особенностей отличают КОС от традиционных объединений локальных сетей. Помимо высокоскоростных интерфейсов и специализированных коммута-

ционных микросхем, обеспечивающих выделенные каналы "точка-точка" между ключевыми магистральными и групповыми устройствами, коммутируемая корпоративная сеть поддерживает сбалансированное агрегирование в корпоративной магистрали трафика от рабочих групп. Средние, высокоскоростные и сверхскоростные интерфейсы (4 Мбит/сек, 10 Мбит/сек, 16 Мбит/сек, 100 Мбит/сек, 155 Мбит/сек) образуют коммуникационную инфраструктуру, способную обеспечить полосу пропускания, требующуюся для всех подключенных устройств, в любой момент времени, из конца в конец, через всю корпорацию.

В привычных широко-  
вещательных корпоративных се-

тях с разделяемым доступом традиционные мосты и маршрутизаторы коммутируют кадры переменной длины. Пропускная способность одних устройств больше, чем у других, но каждое из них в принципе не может одновременно поддерживать несколько потоков данных. Группы пользователей и ресурсов определяются жесткими рамками, заданными расположением сетевых устройств.

### 1.6. Виртуальные локальные сети (ВЛВС) делают коммутацию гибкой

Одно из важнейших различий между традиционной сетью с разделяемым доступом (см. рис. 2) и сетью, основанной на технологии коммутации, состоит в том, что логическая

иерархия сети с разделяемым доступом подчинена физическим границам, создаваемым при использовании маршрутизаторов для сегментирования сети. Логическую иерархию, определяемую наборами устройств, обычно нельзя изменить без физической реорганизации сетевого оборудования, то есть без перемещения маршрутизаторов или переопределения подсетей. В коммутируемом объединении сетей (КОС) логическая иерархия и физическая инфраструктура полностью разделены за счет дополнения коммутации средствами создания виртуальных локальных сетей (ВЛВС). В то время как реорганизация групп устройств в традиционных сетях с разделяемым доступом означает перемещение маршрутизаторов или изменение адресов подсетей, реорганизация групп пользователей и сетевых ресурсов в коммутируемых сетях практически сводится к изменению конфигурации ВЛВС. Обычно это означает всего лишь небольшое изменение в системе управления сетью.

### 1.7. Технология коммутации выгодна всем

Коммутируемые сети дают определенный выигрыш всем. В рамках старого доброго Ethernet каждый компьютер в сети (и пользовательская рабочая станция, и сервер) получает выделенный канал на 10 Мбит/сек. Каналы к критическим разделяемым ресурсам строятся с использованием Ethernet на 100 Мбит/сек. Эти каналы агрегируют потоки данных от многих настольных систем к серверам рабочих групп — файловым или баз данных. Коммутируемые сети Token Ring также выглядят обновленными, снимая перегрузки с самых больших кольцевых сетей, но работая при этом с базой обновленных сетевых карт (это верно и для коммутируемого Ethernet).



Рис. 2. Привычная широко-  
вещательная корпоративная сеть с разделяемым доступом. Традиционные мосты и маршрутизаторы перемещают по сети кадры переменной длины. Пропускная способность одних устройств больше, чем у других, но каждое из них в принципе не может одновременно поддерживать несколько потоков данных. Группы пользователей и ресурсов определяются жесткими рамками, заданными расположением сетевых устройств.

Преимущества, которые коммутационные технологии приносят в сети с разделяемым доступом и кадровой передачей, родились в рамках того же эволюционного процесса, который привел к появлению на рынке технологии АТМ. На самом деле, распространение таких характеристик АТМ, как массовая параллельность, максимальное использование пропускной способности среды передачи, коммутация "точка-точка" и т.п., на полностью кадровый мир, как раз и являлось целью производителей, создававших оборудование для коммутации кадров. По мере развития продуктов кадровой коммутации возникали новые дебаты. Сейчас некоторые владельцы сетей хотят понять, не приведет ли быстрый прогресс в коммутации кадров к устранению потребности в коммутаторах ячеек. Ответ состоит в том, что некорректно поставлен сам вопрос, как и вопрос о том, не вытеснит ли коммутация маршрутизацию. Высокоскоростные коммутаторы и кадров, и ячеек имеют свое место в больших сложных корпоративных сетях. Точно так же, и маршрутизаторы, и коммутаторы выполняют функции, для которых они предназначены лучше всего.

### 1.8. Густой соус, а не десерт

В развитой корпоративной сети должны успешно сочетаться многие технологии, старые и новые, в том числе маршрутизаторы, коммутаторы кадров, сети с разделяемым доступом и протоколами Ethernet и Token Ring, мосты, коммутаторы ячеек, ВЛВС, концентраторы, сетевые карты, протоколы и повторители. Результирующая архитектура сети не определяется каким-либо одним элементом. Напротив, она напоминает густой соус, покрывающий многие элементы и объединяющий их в нечто новое, лучшее по

сравнению с отдельными составляющими. Различные технологии дополняют друг друга, усиливая прочие строительные блоки сети.

## 2. Семь шагов к коммутируемой корпорации

### 2.1. План планирования

Генерал Эйзенхауэр как-то сказал: "Планы бесполезны, но планирование бесценно". Истинность этого высказывания доказана многократно, особенно применительно к изменениям в современной корпоративной сети. Планирование архитектуры бесценно, потому что оно заставляет пересмотреть основы корпоративной сети. Учет имеющихся ресурсов и возможных рисков, необходимый для планирования, приносит понимание, значительно повышающее уровень сетевого сервиса независимо от того, с какой скоростью внедряется технология коммутации.

Можно, конечно, внедрить коммутацию просто как набор отдельных продуктов и решений и не заниматься архитектурными упражнениями. Однако, вы получите максимальные дивиденды от коммутации, только если дадите себе труд в первую очередь немного подумать об архитектуре. Следующие семь шагов помогут руководителю принять основополагающие архитектурные решения, которые должны предшествовать миграции корпоративной сети к коммутационной технологии.

Эффективный процесс планирования не может быть линейным. На некоторых этапах, возможно, потребуется пересмотр ранее принятых решений, но упорядочение задач задает общее направление движения. На первых шагах принимаются основополагающие решения, на последующих рас-

сматриваются вопросы реализации коммутации.

### 2.1.1. Шаг 1: переучет сети — разберитесь, что вы имеете

Редкая организация имеет удовольствие строить коммутируемую сеть с нуля. Чтобы перестроить сеть с целью поддержки коммутации, необходимо знать, где и какое оборудование стоит и как оно подключено. Эта задача кажется тривиальной, на зачастую это не так. Карты сетей редко оказываются точными, а оборудование имеет тенденцию мигрировать поближе к влиятельным пользователям и в темные углы сети. Обновите карты, выяснив, где что находится на самом деле.

### Начните с горизонтальной проводки

Нравится это или нет, главным вопросом является кабельная сеть. Основное правило — не прокладывать сеть дважды, поскольку дороже всего стоит труд по прокладке кабеля. Начните с прокладки на каждом этаже кабелей категории 5 на неэкранированной витой паре. Кабель категории 5 — наиболее гарантированная ставка для всех сетей, кроме самых экзотических. Практически все крупные производители будут поддерживать технологию коммутации для этого кабельного хозяйства, по крайней мере посредством АТМ со скоростью 155 Мбит/сек (а, возможно, и выше). Кабели категории 3 на неэкранированной витой паре, возможно, удовлетворят ваши потребности на ближайшее время, но переход на скорости 100 Мбит/сек и выше может оказаться проблематичным.

Далее, проложите к каждому этажу по крайней мере два вертикальных пучка оптоволокон. Оптоволокно обеспечивает защиту сигналов, необходимую для передачи данных на высоких скоростях на отно-

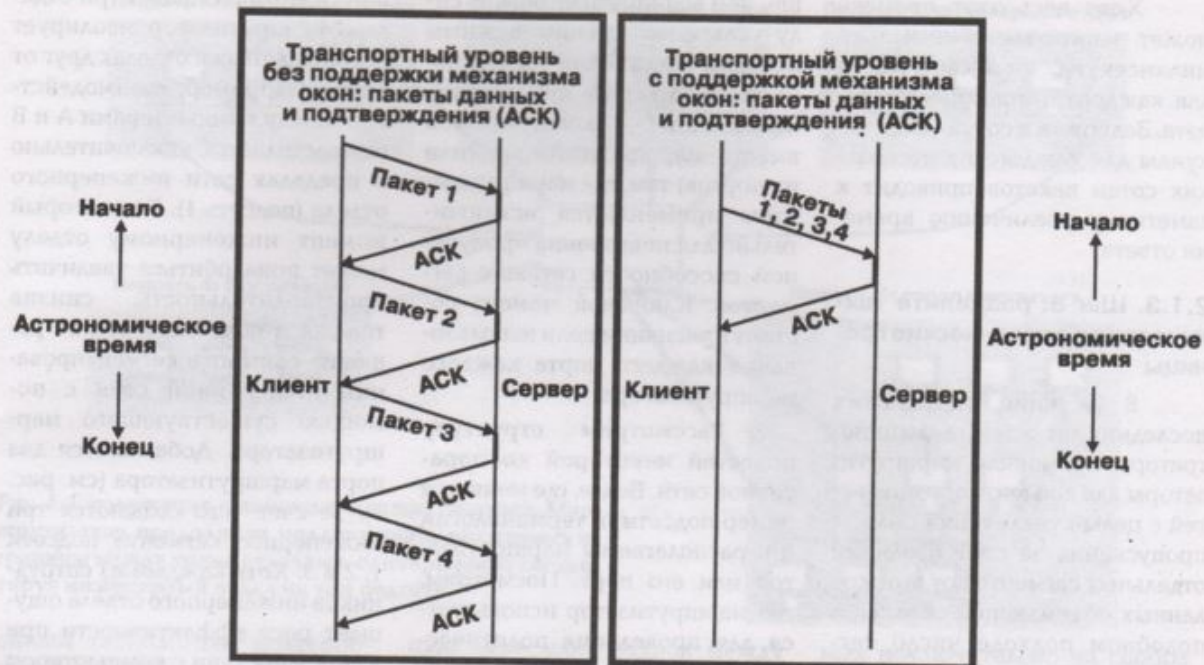


Рис. 3. Механизм окон на транспортном уровне. Взаимодействие между клиентом и сервером, связанное с посылкой четырех пакетов данных с использованием окон на транспортном уровне и без такового.

сительно большие расстояния в сложном электромагнитном окружении. Вертикальные оптоволоконные связи гарантируют, что при необходимости может использоваться даже сверхскоростная разновидность ATM на 622 Мбит/сек. До наступления столь светлого будущего имеется возможность применять оптоволокно для коммутации кадров, начиная от коммутируемого Ethernet на 10 или 100 Мбит/сек и до коммутируемого Token Ring или традиционного FDDI.

### 2.1.2. Шаг 2: продумайте протоколы

Рассмотрим взаимодействие между клиентом и сервером, связанное с посылкой четырех пакетов данных. На этом примере наглядно проявляется различие между протоколами, поддерживающими механизм окон на транспортном уровне, и не поддерживающими таковой. Протоколы с поддержкой окон (например, TCP) уменьшают число контактов между клиентом и сервером, что, в

свою очередь, уменьшает время ответа.

Имеется по крайней мере одно обязательное простое правило, касающееся протоколов в коммутируемой сети: везде, где это возможно, используйте протоколы, поддерживающие на транспортном уровне механизм окон. Хотя с коммутационной технологией почти все протоколы работают превосходно, поддержка окон значительно повышает эффективность сетевых коммуникаций. Например, TCP-окна дают возможность клиентам и серверам посылать друг другу цепочки пакетов, прежде чем переходить к ожиданию получения пакета с подтверждением (АСК) в ответ на последнюю посылку. Эта черта позволяет коммутаторам эффективно конвейеризовать большое число пакетов между отправителем и получателем, а не входить в режим, когда в каждый момент времени между отправителем и получателем передается только один пакет. Таким образом, протоколы с поддержкой окон экономят время (которое в против-

ном случае расходуется на ожидание подтверждений) и полосу пропускания. На самом деле, передача по сети файла размером порядка 1 Мб при использовании протоколов с поддержкой окон может быть эффективнее на 50%. Это положение иллюстрируется на рис. 3.

Проблема с протоколами без поддержки окон состоит не в том, что пакеты с подтверждениями отнимают часть полосы пропускания, а в том, что возникают состояния ожидания, когда отправитель ждет от получателя подтверждения, разрешающего ему послать следующий пакет. Во время этого ожидания происходит несколько вещей:

- первый пакет данных должен пересечь сеть и промежуточные сетевые устройства;
- пакет принимается и обрабатывается получателем;
- генерируется подтверждение;
- подтверждение пересекает сеть в обратном направлении.

Хотя весь этот процесс может занять всего несколько миллисекунд, он имеет место для каждого отправляемого пакета. Задержка в сотую долю секунды для каждого из нескольких сотен пакетов приводит к заметному увеличению времени ответа.

**2.1.3. Шаг 3: разделите технические и политические границы**

В течение нескольких последних лет сетевые администраторы применяли маршрутизаторы для сегментирования сетей с целью увеличения полосы пропускания за счет изоляции отдельных сегментов от потоков данных объемлющей сети. При подобном подходе число сегментов и подсетей постоянно растет. К сожалению, это увеличивает сложность конфигурации, так как увеличивается число администрируемых подсетей.

При сегментировании сетей с целью увеличения производительности коммутаторы предпочтительнее маршрутизаторов, поскольку коммутаторы не заставляют администраторов создавать новые подсети. Кроме того, коммутаторы изначально рассчитаны на передачу больших объемов данных между клиентами и серверами, и они справляются с этой задачей луч-

ше, чем маршрутизаторы. В силу указанных причин, важным методом повышения эффективности работы сети является использование коммутаторов вместо маршрутизаторов (или их портов) там, где маршрутизаторы применяются исключительно для повышения пропускной способности сетевых сегментов. Ключевой момент состоит в уяснении цели использования каждого порта каждого маршрутизатора.

Рассмотрим структуру подсетей некоторой корпоративной сети. Везде, где меняется номер подсети (в терминологии IP), располагается маршрутизатор или его порт. Посмотрим, где маршрутизатор используется для проведения политической границы в сети (границы между подразделениями), а где он служит для уменьшения трафика в отдельном сетевом сегменте. Общее правило состоит в том, чтобы продолжать использовать маршрутизаторы для поддержания политических границ. Коммутаторы целесообразно устанавливать там, где маршрутизатор сегментирует сеть с целью уменьшения трафика. Одна из новых аксиом сетевых технологий гласит: "Коммутируйте там, где можете, маршрутизируйте там, где должны".

На рис. 4 показана корпоративная сеть, в которой мар-

шрутизатор разделяет три отдела. Маршрутизатор изолирует потоки данных в отделах друг от друга. Например, взаимодействие между компьютерами А и В осуществляется исключительно в пределах сети инженерного отдела (подсеть 1). В некоторый момент инженерному отделу может понадобиться увеличить производительность, снизив трафик в подсети. Быстрое решение состоит в сегментировании инженерной сети с помощью существующего маршрутизатора. Добавляются два порта маршрутизатора (см. рис. 5), за счет чего создаются три инженерных сегмента: подсети 1, 2 и 3. Хотя каждый из сотрудников инженерного отдела ощущает рост эффективности при взаимодействии с компьютером в пределах одной подсети, эффективность взаимодействия между компьютерами А и В уменьшится, поскольку поток данных будет проходить через маршрутизатор.

Изучение сети на рис. 5 показывает, что маршрутизатор поддерживает политические границы между инженерным отделом, бухгалтерией и отделом маркетинга. Однако, маршрутизатор дополнительно сегментирует инженерный отдел на три подсети в попытке улучшить эффективность работы сети. При миграции к коммутаци-



Рис. 4. Сегментация с помощью маршрутизатора. Маршрутизатор использован для проведения политических границ между подразделениями в большой корпоративной сети.



Рис. 5. Сегментация с помощью маршрутизатора. Маршрутизатор продолжает поддерживать политические границы между тремя отделами, одновременно сегментируя инженерный отдел на три подсети.

онным технологиям целесообразно воспользоваться схемой, изображенной на рис. 6, где маршрутизатор продолжает разделять три отдела, а коммутатор служит для связывания устройств в инженерной сети. В данном случае маршрутизатор и коммутатор дополняют друг друга. Каждый из них выполняет работу, для которой он спроектирован. Маршрутизатор устанавливает политические границы, обеспечивая межсетевое экранирование, а коммутатор осуществляет высокоскорост-

ную пересылку кадров между компьютерами или сегментами. Теперь компьютеры А и В могут обмениваться данными без потери эффективности, связанной с прохождением через маршрутизатор. Ресурсы маршрутизатора расходуются исключительно на эффективную пересылку данных между отделами, он освобожден от обслуживания рабочих групп. Совместное применение маршрутизатора и коммутатора позволяет администратору сети полностью избавиться от подсетей, создан-

ных исключительно из соображений эффективности. Тем самым восстанавливается первоначальная ясная, управляемая структура подсетей.

**2.1.4. Шаг 4: спланируйте корпоративные топологии; установите иерархию производительности**

При проектировании топологии сети могут использоваться две модели: централизованная и распределенная. Технология коммутации полезна в обоих случаях. Хотя каждая из

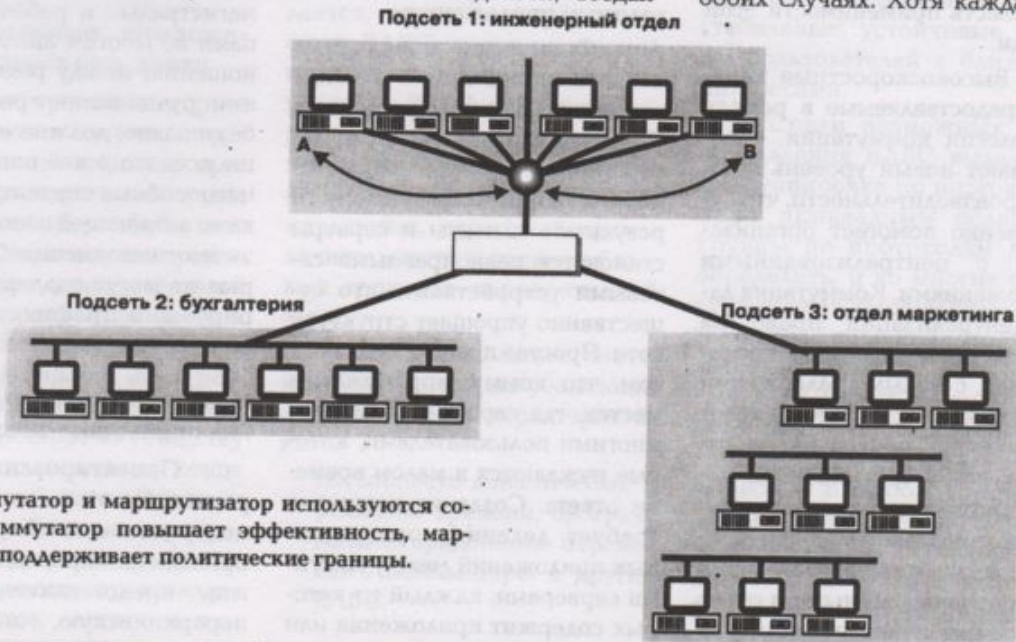


Рис. 6. Коммутатор и маршрутизатор используются совместно. Коммутатор повышает эффективность, маршрутизатор поддерживает политические границы.

моделей имеет право на существование, их сочетание проблематично. Начните проектирование топологии сети с разработки модели критически важных приложений. Помните, что эта модель со временем будет меняться.

#### Истинно централизованная

Централизованная топология приложений, при которой несколько ключевых серверов сосредоточено в центре сети, применяется во многих организациях. Тому есть две главные причины:

- это традиционная архитектура приложений, унаследованная от эпохи мэйнфреймов;
- уменьшается вероятность возникновения проблем, связанных с параллельным доступом к базам данных.

К сожалению, применение централизованной топологии приложений в сетях с разделяемым доступом, обслуживаемых мостами и маршрутизаторами, становится проблематичным. Потери производительности, имеющие место, когда транзакции клиент/сервер пересекают сеть по дороге к централизованному серверу, ограничивают область применимости этой модели.

Высокоскоростные каналы, предоставляемые в рамках технологии коммутации, обеспечивают новый уровень сетевой производительности, что существенно помогает организациям с централизованными приложениями. Коммутация дает централизации право на жизнь, поскольку высокоскоростная, с малыми задержками пересылка кадров обеспечивает значительно лучшее время отклика, чем в традиционных сетях, построенных на маршрутизаторах. Малые задержки приводят к сглаживанию различий между очень длинными и очень короткими цепочками коммута-

торов, располагающихся на пути от клиента к серверу. Более того, мощные каналы, такие как Ethernet на 100 Мбит/сек и АТМ на 155 Мбит/сек, делают возможным агрегирование запросов от нескольких клиентов и их параллельную пересылку на большие серверы. В сущности, проектирование коммутируемой сети с централизованными приложениями позволяет игнорировать правило 80-20, согласно которому 80% сетевого трафика должно оставаться в пределах локальной сети.

#### Истинно распределенная

Распределенная модель приложений — это долгожданная альтернатива централизованной модели. Распределенность не означает перемещения серверов назад, под стол секретарши. Она означает размещение серверов приложений вблизи скоплений пользователей. Сетевая поддержка распределенной топологии приложений требует разделения всего множества пользователей на автономные прикладные области. Каждая прикладная область представляет собой корпорацию в миниатюре. Всем пользователям области должен предоставляться доступ ко всем необходимым приложениям.

Физически прикладные области проявляются в виде кластеров коммутатор/сервер. Пользователи и (если это целесообразно) серверы подключаются к одному коммутатору. В результате клиенты и серверы становятся равноправными сетевыми устройствами, что существенно упрощает структуру сети. Простое правило состоит в том, что коммутатор нужен в местах, где сервер разделяется многими пользователями, которые нуждаются в малом времени ответа. Создание кластеров требует деления корпоративных приложений между многими серверами, каждый из которых содержит приложения или

данные, часто запрашиваемые пользователями области. Транзакции клиент/сервер при этом становятся локальными, а сетевая магистраль используется для поддержания согласованности данных на серверах.

При создании кластеров сеть проектируется с учетом правила 80-20. Расчет строится на удачном расположении серверов, применении технологии распределенных СУБД и способности коммутаторов локализовывать сетевой трафик. Главными достоинствами распределенной модели являются высокая эффективность приложений и малое время ответа, а также быстрое, модульное масштабирование приложений посредством создания новых кластеров коммутатор/сервер.

#### Корпоративная топология и иерархия производительности

Независимо от выбранной корпоративной топологии, при планировании сети следует установить и поддерживать иерархию производительности, которая гарантирует, что корпоративная магистраль сможет справиться с любыми потоками данных, порожденными в рабочих группах. Отношение между магистралью и рабочими группами во многом аналогично отношению между рекой и ручьями: ручьи питают реку, а река, безусловно, должна нести дальше все, что в нее попало. Реки, неспособные справиться с потоками впадающей в них воды, вызывают наводнения. Сети, которые не могут поддержать генерируемый трафик, вызывают остановку работы.

#### Централизованные приложения порождают звезды звезд

Проектирование корпоративной сети в соответствии с централизованной моделью приложений приводит к топологии, представляющей собой иерархическую, многоуровне-

вую звезду из звезд. Отдельные рабочие группы подключаются к более мощным магистралям на этажах и в зданиях, которые, в свою очередь, соединяются друг с другом посредством еще более скоростных сетей группы зданий или всей корпорации. Большинство критически важных данных не являются локальными, они располагаются на серверах, централизованных в рамках этажа, здания или группы зданий. Предсказание объема и характера трафика при подобной корпоративной топологии требует полного понимания характера использования приложений. Сколько пользователей одновременно работают с приложением X? Как долго длится типичный сеанс? Сколько транзакций происходит за сеанс? Каков размер этих транзакций? Как цикл ведения дел (конец дня, недели, месяца, квартала и т.д.) влияет на поток транзакций? В хорошо спроектированной иерархии звезд трафик на разных уровнях согласован, причем остается достаточный резерв для работы в безумные периоды в конце месяца. Пропускная способность магистрали со временем наращивается прямо пропорционально росту использования приложений.

### Распределенные приложения порождают сеть звезд

Проектирование корпоративной сети в соответствии с распределенной моделью приложений приводит к топологии, представляющей собой сеть звезд. Кластеры из коммутаторов, серверов и пользователей оказываются связанными между собой. Если запрашиваются нелокальные данные, они с равной вероятностью могут располагаться в кластере по соседству или на противоположном конце корпоративной сети. Объем и характер трафика в корпоративной магистрали при подобной топологии предсказать трудно. Поток данных может

пойти любым из многочисленных путей. Проектирование схемы соединения различных сетевых областей (кластеров) требует умения управлять магистралями. Удачная сеть звезд покажется неспециалисту избыточной. Как правило, загрузка магистрали будет крайне низкой, однако магистраль должна выдерживать высокоскоростной, взрывной трафик. Когда пользователю приходится получать данные по корпоративной магистрали (это бывает менее чем в 20% случаев, если области спроектированы правильно), пропускная способность должна быть достаточной для обеспечения разумного времени ответа.

### 2.1.5. Шаг 5: спланируйте виртуализацию

#### Создание виртуальных групп

В настоящее время никто в точности не знает, как наилучшим образом строить ВЛВС, хотя последние являются одним из главных побудительных мотивов внедрения коммутации. Технология ВЛВС только сейчас начинает находить широкое применение, и критическая масса знаний пока просто не накоплена. Ожидается, что в корпоративных сетях ВЛВС станут командной и управляющей системой. Посредством ВЛВС администраторы смогут управлять ресурсами рабочих групп, широковещательным трафиком, потоками данных, иерархией производительности и уровнем базовых сервисов корпоративной сети.

Вероятно, важное значение будут иметь две реализационно-зависимые характеристики:

- способность динамически, в реальном времени, программными средствами перемещать компьютеры в другие ВЛВС;

- способность отслеживать и анализировать объем и характер сетевого трафика с целью выявления компьютеров, которые целесообразно объединить в одну ВЛВС.

Перечисленные характеристики — способность собирать информацию и на основе результатов ее анализа предпринимать своевременные действия — являются атрибутами любой хорошей командной и управляющей системы. ВЛВС, вероятно, станут сетевым эквивалентом автомобильного руля, играя роль основного механизма управления поведением и развитием корпоративной сети.

Дальновидный руководитель при планировании сети начнет задумываться о том, как определять ВЛВС, задолго до того, как администратор сядет за управляющую консоль. Имея достаточные средства для управления составом ВЛВС, администраторы будут нуждаться только в стартовой точке — в принципах формирования первых ВЛВС. Со временем гибкие инструменты и качественная информация о характере трафика позволит виртуальным сетям естественным образом эволюционировать в стабильные, устойчивые группы пользователей с близкими интересами.

Среди возможных схем определения ВЛВС выделяются группировка по протоколам и по прикладным областям. Группы по протоколам легко определить, и во многих сетях существуют выраженные протокольные границы, отражающие границы организационные — в инженерном отделе используют IP, в бухгалтерии — IPX, в отделе маркетинга — Appletalk. В любом случае создание начальных групп на основе общности используемых протоколов — это отличная стартовая точка для определе-



ния ВЛВС. Прикладные области определить несколько сложнее, но в качестве первого шага они были бы еще лучше. В то время как пользователи могут применять несколько протоколов или мигрировать в новое протокольное окружение, набор используемых приложений стабилен в гораздо большей степени. Подумайте, нет ли критерия, быть может уникального для вашей организации, который помог бы в определении виртуальных сетей.

### Насколько большой должна быть виртуальная сеть?

Ранние ВЛВС будут ограничиваться группой ресурсов, подключенных к одному или нескольким соседним коммутаторам. Следующим шагом в эволюции ВЛВС станет создание виртуальных сетей, включающих устройства, подключенные к различным коммутаторам кадров и ячеек. По мере того, как границы ВЛВС будут раздвигаться, увеличится важность задачи управления размерами ВЛВС. Поскольку ВЛВС управляют ширококестельным трафиком, имеется естественная тенденция делать виртуальные сети как можно меньших размеров. Это ограничивает тиражирование ширококестельных данных, выполняемое коммутаторами кадров и ячеек, что экономит общую полосу пропускания. К сожалению, определение предельно малых ВЛВС также имеет свои недостатки.

Одной из функций, связанных с политическими границами, которые маршрутизаторы будут выполнять в коммутируемых сетях, является объединение виртуальных сетей. ATM Forum опубликовал спецификации ВЛВС, применимые и к сетям ATM, и к сетям с коммутацией кадров. Стандарт требует, чтобы виртуальные сети создавались и поддерживались как группы устройств, выделенные на основе адресов канального

уровня. Если компьютер включен в определенную виртуальную сеть, он не может взаимодействовать с устройствами в других ВЛВС кроме как через маршрутизатор. При очень малой ВЛВС входящие в нее компьютеры будут вынуждены регулярно общаться с устройствами за пределами виртуальной сети, что связано с проходом через маршрутизаторы и, следовательно, с накладными расходами на межсетевые переходы.

### 2.1.6. Шаг 6: определите, где бороться за качество

Качество сервиса является последним, но важным ориентиром на пути к построению коммутируемой сети. Прежде чем решить, какая технология коммутации должна поддерживать данное приложение или группу пользователей, оцените, требуют ли приложения явного контроля качества сетевого сервиса. Из современных протоколов только ATM спроектирован со средствами контроля качества сервиса, которое сеть предоставляет прикладным потокам данных. Там, где пользователям нужны стабильные времена ответа и минимально возможные задержки, ATM не имеет конкурентов. Пользователи, которым посчастливилось жить в мире мультимедиа-приложений, или торговцы акциями, которые могут позволить себе такую роскошь, будут наслаждаться средствами управления сетями на прикладном уровне и тем, как обрабатывается их трафик.

### 2.1.7. Шаг 7: куда ставить коммутаторы?

Комплексный подход к построению сетей означает выяснение того, куда поместить коммутаторы и какой тип коммутации они должны осуществлять. Требуется также переосмыслить расположение маршрутизаторов, размещение

серверов, иерархию производительности и логическую структуру сети. Хотя определение того, что и куда поместить, кажется неприятной задачей, на самом деле с ней вполне можно справиться. В проекте большой корпоративной сети имеются три основные опорные точки:

- интерфейсы между локальными сетями и магистралью, проложенной в здании;
- интерфейсы между магистралями отдельных зданий и сетью, охватывающей группу зданий;
- интерфейсы между сетью группы зданий и глобальной сетью.

В каждой из этих точек существующие технологии могут быть дополнены коммутацией кадров и ячеек. При внедрении коммутационных технологий целесообразно учитывать следующее.

Коммутаторы Ethernet 10 Мбит/сек и Token Ring 16 Мбит/сек хороши для передачи потоков данных на стабильно высоких скоростях. Практически во всех современных сетях при создании сегментов для концентрации трафика используется та или иная разновидность повторителей. Там, где применялись маршрутизаторы или мосты, коммутаторы Ethernet 10 Мбит/сек и Token Ring 16 Мбит/сек могут связать между собой сегменты ЛВС. Подобные коммутаторы становятся предпочтительным методом для связывания модулей концентраторов и отдельных сегментных концентраторов с одновременным предоставлением выделенных каналов к серверам. В организациях с умеренными требованиями к пропускной способности коммутаторы могут использоваться в точечных магистралях. По мере роста потребностей коммутаторы начнут напрямую связывать между собой компь-

ютеры, постепенно вытесняя и повторители. Такие коммутаторы будут использоваться в первую очередь внутри локальных сетей и на стыке ЛВС и магистралей здания.

Поддержка Ethernet 100 Мбит/сек будет встраиваться в коммутаторы кадров, что даст возможность одновременного доступа многих пользователей к одному серверу или корпоративной магистрали по 100 Мбит/сек-каналу. Коммутаторы Ethernet 10/100 Мбит/сек, агрегирующие несколько выделенных каналов 10 Мбит/сек в канал 100 Мбит/сек, ликвидируют узкие места и выстраивают требуемую иерархию производительности. Такие коммутаторы особенно хороши для применения внутри ЛВС при распределенной корпоративной топологии, когда каналы быстрого Ethernet связывают пользователей с одним или несколькими серверами приложений. Хороши они и как основной интерфейс между локальными сетями и магистралью в здании при централизованной корпоративной топологии. В последнем случае быстрый Ethernet используется как канал между рабочей группой и оставшейся частью сети.

Переходные адаптеры (ПА) представляют собой гибридные коммутаторы кадров/ячейки, связывающие между собой Ethernet-сегменты и агрегирующие трафик в ATM-канал 155 Мбит/сек. Хотя ПА действует как коммутатор кадров и может быть использован для подключения отдельных компьютеров или сегментов ЛВС, его предназначение состоит в организации канала между сетями, основанными на кадрах, и ATM-сетями. В этом качестве ПА действует как коммутатор кадров рабочих групп для локального трафика, обеспечивая в то же время высокоскоростное ATM-подключение к корпоративной магис-

тралю. Если на технологии ATM будет основываться только магистральная сеть группы зданий, то переходные адаптеры могут использоваться для подключения сетей отдельных зданий. Если предполагается более широкое использование ATM в качестве протокола магистралей в пределах здания, то ПА могут устанавливаться на стыке этих магистралей и локальных сетей.

По сравнению с коммутаторами быстрого Ethernet, переходные адаптеры обладают двумя преимуществами при подключении к ATM-магистрали:

- ПА подключаются к магистрали непосредственно через ATM-интерфейс;
- ПА более тесно вовлечены в процессы подключения, управления потоком данных и принятия решений по маршрутизации, выполняемые коммутаторами ячеек в ATM-магистрали.

В отличие от ПА, коммутатор быстрого Ethernet должен пользоваться услугами либо маршрутизатора, либо ATM-коммутатора с интерфейсами быстрого Ethernet.

ATM-коммутаторы образуют каркас корпоративных сетей. Вероятно, в ближайшем будущем технология ATM будет играть важную роль в обеспечении глобальной связности в больших территориально распределенных корпоративных сетях с высокой пропускной способностью. Кроме того, ATM (на скоростях 155 Мбит/сек или 25 Мбит/сек) может использоваться там, где члены рабочих групп должны запускать приложения с крайне высокими требованиями к пропускной способности или качеству сервиса. Только ATM-коммутация способна обеспечить полосу пропускания, достаточную для агрегирования высокоскоростных потоков данных, поступающих в магис-

траль от коммутаторов кадров (на 10 или 100 Мбит/сек), связывающих локальные сети и отдельные рабочие станции. По мере того, как коммутация кадров будет получать все более широкое распространение внутри и между ЛВС, для поддержания корпоративной иерархии производительности (локальные сети — магистрали — глобальные сети) будут требоваться ATM-магистрали в пределах зданий.

Традиционные межсетевые маршрутизаторы по-прежнему остаются связующим звеном, цементом, скрепляющим между собой сложные разнородные сети. Маршрутизаторы продолжают объединять Ethernet и Token Ring, Frame Relay и X.25, а также сети, построенные на других технологиях. Очень важно, что маршрутизаторы делают доступными унаследованные сети, подключая ЛВС из самого дальнего угла корпоративной сети к коммутируемой инфраструктуре. И в рамках этой инфраструктуры за маршрутизаторами, вероятно, останется роль контроля политических границ и межсетевого экранирования, в том числе и между виртуальными сетями.

## 2.2. Планировать или не планировать?

Что предпочесть — покупку отдельных решений или разработку стратегии и сетевых проектов, образующих в совокупности архитектуру? Зачастую ответ зависит от того, насколько далеко идущие цели ставятся и как быстро должно быть найдено решение. Следует учитывать, однако, проблемы, которые возникают при бессистемном внедрении новых технологий. Вероятно, наиболее опасная из них состоит в интеграции с унаследованными системами. Другая опасность исходит от эволюционных тупиков. Так или иначе,

перед владельцем сети встает выбор — планировать или не планировать.

Как следует из предыдущего изложения, дальновидный руководитель, планируя внедрение технологии коммутации в корпоративном масштабе, должен учитывать ряд обстоятельств. Большинство из них довольно очевидно. По мере накопления опыта применения коммутационных технологий производители смогут лучше помочь пользователям выполнить переход. Хотя решение задачи продумывания архитектуры и планирования, строго говоря, не обязательно для внедрения коммутации, мы убеждены, что планировать стоит. Средства на информатизацию выделяют все меньше, и благоразумные руководители расходуют их с умом.

Коммутационные технологии и продукты дают возможность руководителям при планировании сетей решать проблемы с помощью улучшенного набора инструментов. Коммутация обещает более высокую производительность, лучшую масштабируемость и улучшенную управляемость. Чтобы воспользоваться этими преимуществами, владельцы сетей должны оценить существующее хозяйство, определить источники проблем и решить, как и где использовать новые технологии для устранения существующих узких мест. Поиск ответов на эти вопросы составляет суть процесса планирования и выбора архитектуры. Хорошие ответы найти нелегко, но результат стоит затраченных усилий.

### 3. Следует ли строить коммутируемую корпоративную сеть?

Коммутируемая корпоративная сеть, построенная на основе ATM, коммутируемых ЛВС и ВЛВС, предлагает широкий набор средств, необходимых для удовлетворения запросов приложений нового поколения и организаций, использующих эти приложения на полную мощность. Но каковы критерии, на основе которых следует принимать решение о переводе корпоративной сети на коммутационную технологию? Любая организация, для которой выполняются три из перечисленных ниже шести критериев, должна начать серьезный анализ коммутационной технологии.

- Число компьютеров в организации растет со скоростью 25% в год. При расширении сети следует рассмотреть возможности технологии коммутации. Коммутация кадров может внедряться на уровне магистралей этажей и зданий, возможно, вместо маршрутизаторов рабочих групп. Существующие мощные клиентские и серверные системы могут подключаться к коммутаторам Ethernet или Token Ring, а каналы к повторителям могут передаваться менее требовательным пользователям.
- В организации пользуются успехом приложения клиент/сервер. Кажется, что очередное приложение решит все проблемы. Хотя среда клиент/сервер позволяет разрабатывать приложения быстрее и дешевле, при эксплуатации требуется по крайней

мере на порядок большая пропускная способность по сравнению с приложениями, выполненными в архитектуре терминал/ЭВМ.

- На магистралях в зданиях требуется пропускная способность, превышающая 100 Мбит/сек. Когда перестает справляться FDDI, стоит обратить внимание на коммутируемый быстрый Ethernet или ATM. Подумайте о коммутационных технологиях, прежде чем продолжить сегментирование FDDI-магистрали.
- Некоторым серверам требуется разделяемая полоса пропускания, превышающая 20 Мбит/сек. Когда развитые приложения поднимают планку необходимой пропускной способности, стоит рассмотреть возможность перевода продвинутых рабочих групп на коммутируемые локальные сети. В особых случаях на коммутационные технологии могут переводиться отдельные пользователи, применяющие, например, научную графику, мультимедиа-приложения или приложения, чувствительные к задержкам (пример — электронная биржа). В подобных случаях вместе существующих или планируемых интерфейсов FDDI целесообразно установить интерфейсы ATM.
- Централизация серверов увеличила магистральный трафик. Опыт показывает, что если более одной трети трафика клиент/сервер выходит за пределы рабочей группы, пропускная способность канала от рабочей группы до магистрали должна быть удвоена.

*Сеть правительства города Филадельфия*

*Со стр. 8*

Крупные правительственные здания подключены к центральным узлам напрямую с по-

мощью линий T1. Для меньших зданий предоставлены выделенные линии на 45 Кбит/сек, ведущие к локальному узлу. Более старые узлы укомплектованы маршрутизаторами LN, AN или

AFN компании Bay Networks, а более новые — маршрутизаторами ASN той же компании. Маршрутизаторы ASN (Access Stack Nodes) представляют собой небольшие устройства, допускаю-

щие легкое расширение для обслуживания возрастающих потребностей пользователей.

Объединенная сеть критически важна для городского хозяйства, поэтому управление этой сетью играет ключевую роль. Функционирование магистральных каналов, коммутаторов и маршрутизаторов контролируют специалисты компании Bell Atlantic. Работники правительственных служб используют систему NetView 6000 фирмы IBM для контроля за SNA-трафиком и окружением мэйнфреймов IBM, а также систему сетевого управления Optivity компании Bay Networks для контроля, управления и конфигурирования маршрутизаторов и концентраторов. В объединенной сети используется более 100 маршрутизаторов, и правительство планирует довести это число до 400 по мере того, как к сети будут добавляться новые пользователи и приложения.

#### Протокол OSPF способствует концентрации трафика, готовит почву для расширения сети

Уже на ранних стадиях проектирования сети было выработано понимание того, что на-

личие большого числа сетевых адресов чревато переполнением TCP/IP трафика. Бэрриос говорит: "Первоначально в сети было установлено 100 маршрутизаторов, но мы знали, что в течение нескольких ближайших лет сеть вырастет более чем до 400 маршрутизаторов. Главные причины роста — увеличение числа правительственных услуг, оказываемых по сети, и развертывание новых приложений. Мы выбрали протокол OSPF (Open Shortest Path First) для управления концентрацией сетевого трафика. OSPF уменьшает число межсетевых переходов, улучшает концентрацию сетевого трафика и максимизирует использование коммуникационных каналов за счет уменьшения служебных потоков по межсетевым соединениям. Одновременно мы получаем возможность предоставить правительственным работникам доступ к Интернет в рамках имеющейся у нас единственной Интернет-лицензии класса B.

Для улучшения использования коммуникационных каналов основная часть сетевого трафика концентрируется в пределах OSPF-областей. Трафик между областями пересылается



по магистрали, и по мере увеличения числа пользователей сети будет увеличиваться и число областей. В каждой OSPF-области в качестве магистрального маршрутизатора используется продукт BN компании Bay Networks. Все такие маршрутизаторы, принадлежащие одной области, связаны между собой, образуя полную сеть над протоколом TCP/IP.

Бэрриос разъясняет: "Наша цель состоит в том, чтобы каждое правительственное агентство получило законный сетевой адрес, чтобы каждый в правительстве мог обмениваться информацией с каждым. Правительственные работники, нуждающиеся в доступе к Интернет, получают Интернет-адрес. Мы разрабатываем политику, чтобы решать, кому необходим прямой доступ к Интернет.



Рис. 1. Глобальная сеть правительства города Филадельфия. "City Net" проектировалось как объединение сетей, основанное на стандартах, способное связать все отделения администрации без лишних расходов. Проработка проекта и закупки выполнялись централизованно с целью максимально полного использования пропускной способности линий связи.

**Точечные магистрали в крупных зданиях**

В большинстве периферийных локальных сетей используется протокол Ethernet, а в сетях большинства крупных зданий — и Ethernet, и Token Ring. Эти подсети имеют самую разную архитектуру. Например, внутренняя магистральная сеть филадельфийской тюрьмы состоит из двух маршрутизаторов BCN (Backbone Concentrator Node) компании Bay Networks. Эта сеть обслуживает группу зданий с помощью протокола FDDI. В более крупных муниципальных зданиях в целях эффективности спроектированы точечные магистрали. Например, в 16-этажном здании муниципальных услуг установлено 20 концентраторов серии 3000 компании Bay Networks. Все они подключены к концентратору серии 5000 той же компании, установленному в цокольном этаже. В свою очередь, концентратор 5000 связан с объединенной сетью через маршрутизатор BCN.

Бэрриос разъясняет: "Мы выбрали концентраторы компании Bay Networks в силу обеспечиваемой ими плотности аппаратуры и эффективности. Мы используем концентраторы Bay Networks 3000 в каждом коммутационном шкафу для подключения локальной сети этажа к вертикальной оптоволоконной магистрали. В цокольном этаже каждого крупного правительственного здания вертикальный трафик поступает в более мощный концентратор Bay Networks 5000, а оттуда, через маршрутизатор BCN, — в городскую магистральную сеть. Подобное решение повышает эффективность работы сети еще и потому, что одна компания обеспечивает и поставки, и сервисное обслуживание. Концентраторы и маршрутизаторы компании Bay Networks позволили правительству Филадельфии экономичес-

ки целесообразным образом построить объединенную сеть, к которой подключены и крупные здания, и более мелкие периферийные офисы."

**Агентства применяют новые приложения**

Некоторые приложения стандартизованы в пределах всей объединенной сети. Например, в качестве стандарта электронной почты принят продукт cc:Mail, используемый на различных платформах, что облегчает коммуникации внутри департаментов. В то же время, многие приложения специфичны для отдельных правительственных агентств или для отдельных правительственных услуг.

В центре уголовной юстиции имеются приложения, связанные с офисом прокурора района, тюремной системой и полицейским департаментом. Например, перемещения заключенных по правительственным департаментам фиксируются в оперативном режиме, а управление планированием работы судов и перемещением заключенных осуществляется посредством централизованного, защищенного приложения.

В судах, полицейских участках и тюрьмах для сокращения затрат на перемещение заключенных и повышения эффективности используются видеоконференции. Средой передачи в этом случае являются линии T1, ведущие в центр уголовной юстиции.

В рамках другого приложения полицейские участки применяют каналы ISDN, чтобы дать возможность адвокатам проводить видеоконференции со своими клиентами.

В департаменте полиции используют также приложения с высокоскоростной передачей фотографий, чтобы помочь свидетелям быстро опознать преступников. Оперативное изучение в полицейских участках



цветных фотографий подозреваемых способствует повышению общественной безопасности. Вместо того, чтобы проводить дни, листая альбомы с фотографиями, свидетели преступлений могут применить электронные запросы и быстро идентифицировать преступников с помощью соответствующего приложения, поддерживающего индексированные, постоянно обновляемые массивы данных.

"City Net" связывает между собой и другие муниципальные службы. К департаменту водоснабжения подключены все центры обработки воды. Стандартом построения всех локальных сетей центров обработки является Ethernet, а в магистрали применяется семейство протоколов TCP/IP. Для автоматизации городского делопроизводства используется графическая информационная система, а централизованно хранящиеся файлы доставляются по запросам с помощью графического приложения. Например, компания, имеющая дело с правами собственности на землю, может войти в систему и получить факсовую копию нужного документа. Посредством приложения, построенного в архитектуре клиент/сервер, можно вывести электронную версию документа на экран видеотерминала. Такие видеотерминалы, предоставляющие доступ к городской сети, установлены в архивном департаменте.

**Планы: передача изображений, АТМ**

В будущем от "City Net" потребуются больше услуг, оказываемых обществу по расширенному, основанному на маршрути-

заторах объединению сетей, опирающемуся на существующую магистральную структуру. Бэрриос заявил: "Пока мы используем менее 25% пропускной способности магистралей, поэтому мы в состоянии обеспечить работу перспективных приложений и новых пользователей. Мы рассматриваем также возможность перевода магистралей на АТМ-коммутиацию, чтобы улучшить использование коммуникационных каналов и обеспечить связь мультимедиа-приложений."

Новые приложения строятся с использованием архитектуры клиент/сервер, чтобы предоставить каждому агентству больше вычислительной мощности. Правительство планирует установить маршрутизаторы ASN в каждом полицейском участке, чтобы повысить эффективность работы правоохранительных органов.

Бэрриос делает вывод: "Сейчас мы уточняем наши пла-

ны и бюджет, чтобы быть уверенными, что в процессе будущих расширений средства налогоплательщиков будут использоваться наилучшим образом. Спроектировав практичную магистральную сеть, обеспечивающую передачу информации между агентствами и централизованное управление, правительство Филадельфии добилось экономии средств, одновременно улучшив обслуживание населения. Маршрутизаторы и концентраторы компании Bay Networks будут и в дальнейшем обеспечивать магистральный и удаленный доступ в сети правительства города Филадельфия для все возрастающего числа приложений и пользователей."

**Технические характеристики сети правительства города Филадельфия**

Приложения: электронная почта, финансовый учет, плани-

рование, управление людскими ресурсами, учет заключенных, городское делопроизводство, передача видеoinформации, конференции адвокатов и клиентов, перемещение заключенных, опознание преступников по фотографиям, получение образов документов из муниципального архива, обработка фотографий, контроль системы водоснабжения, доступ к Интернет, ведение платежных ведомостей, передача файлов в другие департаменты.

Платформы: рабочие станции с ОС Unix, персональные компьютеры на Intel-платформе, Macintosh'ы, мэйнфреймы IBM.

Сетевые протоколы и каналы: TCP/IP, IPX, SNA, DSLC, SNMP, AppleTalk, OSPF, Ethernet, Token Ring, FDDI, NetWare, T1, выделенные линии на 56 Кбит/сек, коммутируемые линии на 14.4 Кбит/сек, T3, SONET, ISDN.



**Bay Networks**

The Merged Company of SynOptics and Wellfleet



Шайба не попадет в нашу сетку! (В воротах Daren Puppa из команды NHL Tampa Bay Lightning)



Информационный бюллетень *Jet Info*

Индекс по каталогу РОСПЕЧАТИ - 32555

Главный редактор: В.А.Галатенко  
Технический редактор: С.И.Демочкин

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается только с разрешения Jet Infosystems

**Jet Infosystems**

Россия, 103006, Москва,  
ул.Краснопролетарская, 6  
тел. (095) 972 11 82  
(095) 972 13 32  
факс (095) 972 07 91

e-mail: [JetInfo@jet.msk.su](mailto:JetInfo@jet.msk.su)