

# Глава 6

## Строим сеть: выбор устройств связи

**В этой главе вы найдете ответы на следующие вопросы:**

- **Что такое сетевой адаптер, какие функции он выполняет?**
- **Какие устройства отвечают за связь компьютеров с сетью?**
- **В чем сходство и различие таких устройств связи, как концентраторы, мосты, коммутаторы и шлюзы?**
- **Как правильно выбрать устройство связи?**

Проанализировав рассмотренные в предыдущей главе сетевые архитектуры, мы решили использовать в нашей сети технологии Ethernet (на базе «витой пары») и Wi-Fi. Будем считать, что кабельная инфраструктура у нас уже готова — в нужных местах проложены кабели, смонтированы розетки и панели для подключения сетевых устройств. Теперь нужно выбрать устройства, которые позволят объединить компьютеры, серверы, ноутбуки и КПК в единую сеть.

### Устанавливаем сетевой адаптер

Начнем с компьютеров. Чтобы взаимодействовать с сетью, компьютеру требуется какой-либо *сетевой адаптер* (проводной или беспроводной). Обычно с этим проблем не бывает — подавляющее большинство современных компьютеров имеют встроенные сетевые адаптеры Ethernet и Wi-Fi, интегрированные в материнскую плату (иногда — даже несколько). Не беда, если в вашем компьютере не окажется нужного сетевого адаптера, — его легко приобрести в любом компьютерном магазине и установить в слот расширения компьютера или в порт USB.

Кроме того, следует установить *драйвер сетевого адаптера* — специальное программное обеспечение, позволяющее операционной системе (ОС) работать с этим устройством. Как правило, современная ОС

(например, Windows XP) сама распознает устройство и устанавливает для него требуемый драйвер. Если же этого не произошло (или с автоматически установленным драйвером сеть не работает), то надо установить драйвер вручную с дискеты, входящей в комплект поставки адаптера.



Сетевой адаптер и драйвер работают *на физическом уровне и подуровне управления доступом к среде (MAC) модели OSI*, обеспечивая взаимодействие физического и сетевого уровней.

Соответственно, адаптер должен иметь нужный разъем для подключения коннектора (обычно RJ-45), а также уникальный физический (или «MAC») адрес, используемый *для однозначной идентификации компьютера в данном сегменте сети*. Обычно этот адрес назначается производителем адаптера при изготовлении, однако некоторые модели адаптеров допускают смену MAC-адреса вручную, например через настройки BIOS адаптера или с помощью специальной программы.

Если на компьютере с операционной системой Windows 2000 или XP установлен протокол TCP/IP, то MAC-адреса установленных в этом компьютере адаптеров можно легко определить с помощью целого ряда утилит: IPCONFIG, NBTSTAT, ROUTE PRINT, NETSTAT, NET CONFIG. Достаточно в командной строке подать команду

```
IPCONFIG /ALL
```

и в выданном на экран тексте обратить внимание на параметр «Физический адрес».

В операционной системе Windows XP это сделать еще проще — достаточно дважды щелкнуть мышью на значке подключения в окне **Сетевые подключения**, в открывшемся окне состояния адаптера выбрать вкладку **Поддержка** и на ней нажать кнопку **Подробности**.

## Выбираем устройство связи

Ранее мы уже упоминали различные типы устройств, используемых для связи компьютеров в сетях. Теперь рассмотрим их подробнее, поскольку от правильного выбора устройства связи зависят не только качество и скорость работы сети, но и возможности ее дальнейшего расширения.



Чтобы объединить сетью только *два* компьютера (например, в домашней сети), устройства связи вообще не нужны — достаточно наличия в них совместимых сетевых адаптеров. При использовании Ethernet нам потребуется *перекрестный кабель* (как его изготовить, было сказано в главе 4), который достаточно вставить в разъемы RJ-45 сетевых адаптеров. При использовании же Wi-Fi следует переключить беспроводные адаптеры в специальный режим *Ad-Hoc*, обеспечивающий прямое взаимодействие компьютеров друг с другом. Заметим, что таким способом можно соединить и несколько компьютеров с беспроводными адаптерами, однако скорость передачи данных будет уменьшаться с увеличением числа компьютеров в такой сети.

### Концентраторы (повторители)

Простейшим устройством, обеспечивающим связь компьютеров друг с другом, является *концентратор*, или «хаб» (*hub*). В сетях, использующих коаксиальный кабель, концентраторы принято называть *повторителями*, или *репитерами* (*repeater*).

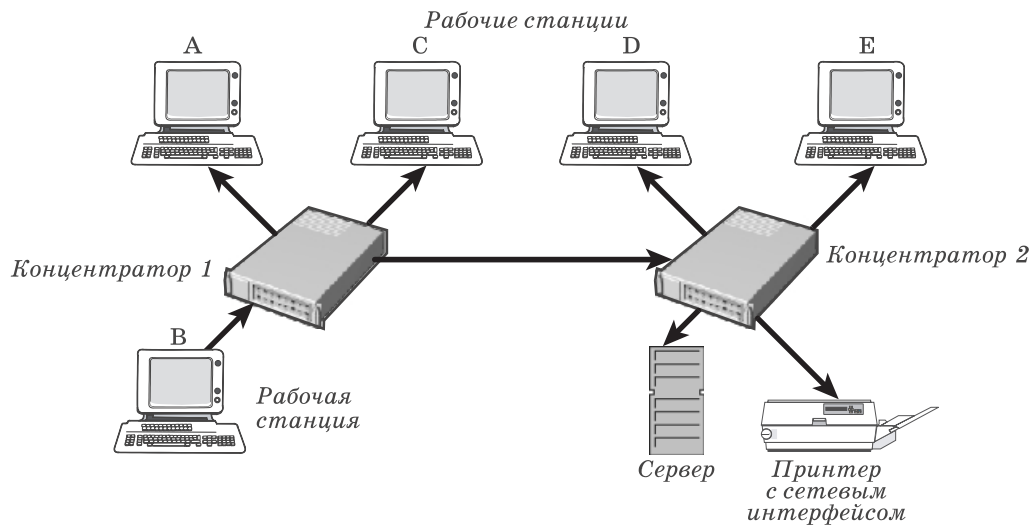
Обычно концентратор имеет от 4 до 32 гнезд (*портов*) для подсоединения коннекторов различных типов. В большинстве случаев это будут, конечно, гнезда для коннекторов RJ-45, однако существуют и *гибридные концентраторы* с портами RJ-45 и BNC, позволяющие объединять сегменты Ethernet стандартов 10Base-T и 10Base-2. К портам можно

подключать не только компьютеры, но и другие концентраторы, формируя таким образом *цепочки (каскады) концентраторов* или еще более сложные топологии типа «дерево».



В стандартах 10Base-5 и 10Base-2 на такое *каскадирование* концентраторов действовали довольно жесткие ограничения, описываемые «правилом 5-4-3»: в сети не могло быть больше 5 сегментов, соединенных 4 репитерами, и только в 3 сегментах допускалось подключение компьютеров. В сетях стандарта 10Base-T допускалось максимум 5 сегментов. В стандарте 100Base-T все было еще сложнее — концентраторы класса I, поддерживающие одновременную работу с устройствами 100Base-T4, 100Base-TX и 100Base-FX, каскадировать было вообще нельзя, а концентраторы класса II можно было объединять только в пару. В этом и состояла первая проблема сетей на основе концентраторов — построить крупную сеть с помощью только концентраторов было просто невозможно.

Концентраторы работают на физическом уровне модели OSI и являются достаточно примитивными *активными устройствами* (требующими подключения к электрической сети). Их основная задача — *принять, усилить и ретранслировать электрический сигнал*, полученный от одного компьютера, во все остальные активные порты (рис. 6.1). Никакой другой обработке сигнал в концентраторе не подвергается, его буферизация не производится, а коллизии не обрабатываются (хотя на многих моделях концентраторов есть индикатор уровня столкновений).



Пакет, отправленный компьютером В компьютеру А, будет передан всем рабочим станциям, серверу, принтеру и другим сетевым устройствам.

Рис. 6.1. Пример передачи данных с помощью концентраторов

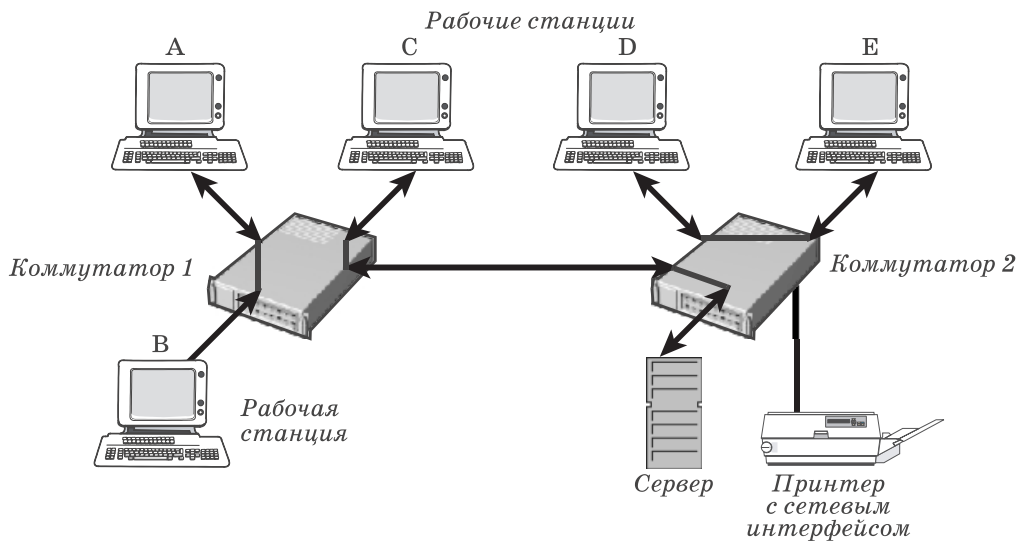
Отсюда вытекает вторая основная проблема, с которой рано или поздно сталкиваются все администраторы сетей, применяющие только концентраторы, — очень большое количество столкновений, возрастающее с увеличением числа сегментов и компьютеров в сети (вспомним, что в сети Ethernet используется метод доступа CSMA/CD). Есть даже термин, описывающий такое поведение сети: говорят, что концентраторы формируют «область столкновений» (Collision Domain). Поэтому сегодня концентраторы в сетях практически не используются — их вытеснили сначала мосты, а затем коммутаторы.

## Мосты и коммутаторы

Мосты (*bridge*), а затем и коммутаторы (*switch*) были призваны помочь в объединении сетей и устранении проблемы возникновения большого числа

коллизий. Существенным отличием этих устройств от концентраторов является то, что они умеют определять MAC-адреса источника и приемника сигналов, а также поддерживать *таблицу соответствия своих портов и используемых в сети MAC-адресов*. Такую таблицу мост (или коммутатор) формирует сразу после включения по следующему принципу — как только порт получает ответ от устройства с определенным физическим адресом, в таблице появляется строчка соответствия: «MAC-адрес ↔ порт».

Таким образом, эти устройства работают *не только на физическом уровне модели OSI, но и на канальном, — точнее, на подуровне управления доступом к среде (MAC)*. Получив кадр и определив адрес назначения, мост или коммутатор транслируют кадр только в тот порт, с которым этот MAC-адрес сопоставлен



Обмен данными между компьютерами А и В никак не влияет на взаимодействие компьютера С с сервером, а компьютеры D и E — друг с другом.

Рис. 6.2. Передача кадров с помощью коммутаторов

в таблице соответствий. Кадры, передаваемые между компьютерами одного сегмента, коммутатор получает, но никуда не транслирует (рис. 6.2).

Единственными сигналами, передаваемыми во все порты, являются кадры, предназначенные для адресов, пока не имеющих записей в таблице соответствий, и специальные *широковещательные сообщения*, предназначенные всем компьютерам локальной сети. Чтобы обозначить эту особенность работы мостов и коммутаторов, говорят, что они *формируют «область широковещания» (Broadcast Domain)*.

Различие между мостами и коммутаторами заключается в том, что мост в каждый момент времени может передавать только один кадр, обслуживая передачу от одного компьютера к другому (поэтому первые модели мостов были двухпортовыми). Коммутатор же умеет выстраивать большое число виртуальных каналов связи между портами (т. е. коммутировать порты друг с другом, отсюда и название устройства), производя *параллельную обработку* кадров, поступающих с разных портов. Естественно, производительность сетей, построенных на базе коммутаторов, существенно выше.

Подчеркнем, что подавляющее большинство современных сетей строится именно на коммутаторах, тогда как встретить концентратор или мост сегодня довольно трудно.

## Маршрутизаторы

Маршрутизаторы работают на еще более высоком уровне модели OSI — *сетевом*. В их задачу входит анализ адресов, используемых в протоколе этого уровня (например, IP-адресов), и определение наилучшего *маршрута доставки пакета данных* по назначению (подробнее о маршрутизации будет рассказано в следующих главах). Конечно, маршрутизаторы работают и на более низких уровнях модели OSI — как концентраторы они восстанавливают уро-

вень и форму передаваемого сигнала, как мосты и коммутаторы — позволяют избежать столкновений. Однако, в отличие от вышеперечисленных устройств, маршрутизаторы *изменяют передаваемые кадры Ethernet* — точнее, «разбирают» их до сетевого уровня, а затем формируют заново по определенным правилам. Кстати, без определенной настройки маршрутизаторы не передают в другие порты даже широковещательные пакеты, и, таким образом, служат в сетях *границами областей столкновений и широковещаний*.

Кроме того, совместно с программами более высокого уровня модели OSI, маршрутизаторы умеют выполнять целый ряд весьма сложных действий, например обнаруживать проблемы в сети и сообщать о них, вести статистику полученных и переданных данных, фильтровать пакеты, проводить авторизацию пользователей при выходе в Интернет и т. д.

Мощные маршрутизаторы являются довольно сложными и дорогими программно-аппаратными комплексами, поэтому в современных сетях они все чаще заменяются *коммутаторами 3-го уровня* — устройствами, занимающими промежуточную ступень между коммутаторами и маршрутизаторами. От обычных коммутаторов они отличаются тем, что могут выполнять простейшие функции маршрутизации, оставаясь при этом производительными и не очень дорогими.

Кроме того, следует упомянуть и о такой функции современных коммутаторов, как возможность строить *виртуальные локальные сети (Virtual LAN)*, когда в один *логический* сегмент сети объединяются компьютеры, *физически* подключенные к разным коммутаторам (рис. 6.3). Критерии для такого объединения могут быть различными, начиная с MAC- или IP-адресов и заканчивая именами компьютеров.



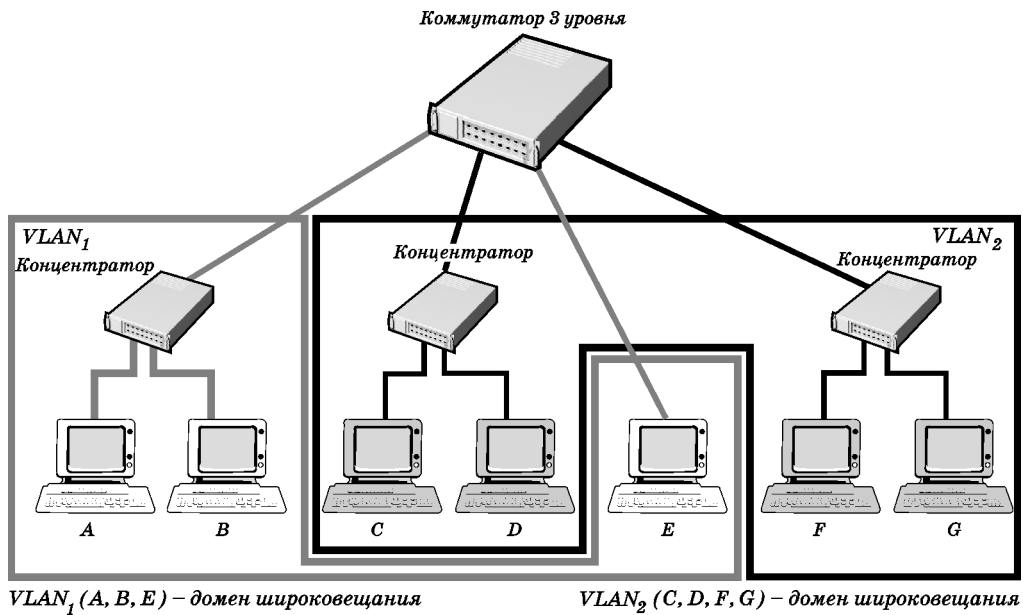


Рис. 6.3. Пример формирования локальной виртуальной сети

### Шлюзы

Вообще говоря, под шлюзом обычно понимается любое устройство или программа, позволяющие *объединять разнородные системы* (например, существуют почтовые шлюзы, используемые для связи разных систем электронной почты). Но если речь идет о взаимодействии в сетях, то здесь под шлюзом подразумевается устройство, *соединяющее разные сетевые архитектуры* (пример: шлюз из Ethernet в Token Ring). Важно здесь то, что шлюз должен не только иметь физические порты для подключения разнородных систем, но и «понимать» разнородные протоколы, выступая для них в роли «переводчика».

Типичным примером шлюзов являются широко используемые в современных домашних сетях интегрированные устройства, в которых объединены ADSL-модем для подключения к Интернету, беспро-

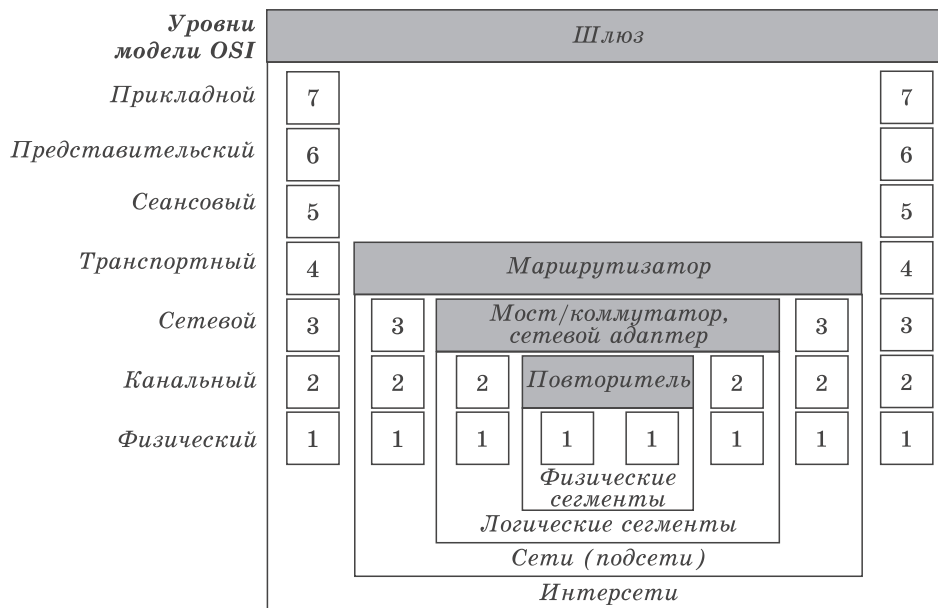


Рис. 6.4. Соответствие функций коммуникационного оборудования модели OSI

водная точка доступа, работающая по стандарту IEEE 802.11b (или g), и коммутатор Fast Ethernet с поддержкой стандарта IEEE 802.3u.



Сформулируем несколько рекомендаций, которыми можно руководствоваться при выборе устройств связи.

Наиболее распространенными устройствами связи в сетях сегодня являются коммутаторы Fast и Gigabit Ethernet, а подключение беспроводных устройств к локальной сети осуществляется с помощью шлюзов, объединяющих функции коммутатора и точки беспроводного доступа, работающей по стандарту 802.11g.

Для домашних и небольших офисных сетей вполне подойдут недорогие 8- и 16-портовые коммутаторы Fast Ethernet, желательно с функцией управления портами. Если передача больших объе-

мов данных не планируется, можно остановиться на беспроводных точках доступа, хотя это мобильное решение обойдется дороже и будет менее скоростным.

В крупных сетях основу должны составлять мощные и надежные коммутаторы Gigabit или 10Gigabit Ethernet, к которым подключаются коммутаторы подразделений (зданий), а к ним, в свою очередь, — коммутаторы этажей (офисов). Размещение точек доступа в крупных сетях следует тщательно планировать, чтобы пользователь при перемещении по территории предприятия последовательно переключался с одной точки доступа на другую, сохраняя связь с локальной сетью.

Применение *маршрутизаторов* требуется там, где нужно четко контролировать потоки IP-пакетов в сложной маршрутизируемой сети, а также обеспечивать резервные маршруты доставки пакетов, — например, при взаимодействии с удаленным офисом или Интернетом.

При выборе *сетевого адаптера* для компьютера следует обратить внимание на возможность поддержки стандартов Ethernet или Wi-Fi. Лучше всего выбрать несколько более дорогой, но современный сетевой адаптер, например Gigabit Ethernet или Wi-Fi стандарта 802.3g. Поскольку эти стандарты *обратно совместимы* с предыдущими, такие адаптеры вполне смогут работать со старыми концентраторами 10Base-T и точками доступа 802.11b, пока не будут заменены указанные устройства связи.



## **Вопросы и задания**

1. Какое устройство обеспечивает интерфейс между компьютером и сетевым кабелем?
2. Что понимается под названием «устройство связи»?
3. В чем сходство и различие между концентраторами и повторителями?

4. Что такое каскадирование? Какие преимущества оно обеспечивает?
5. В чем сходство и различие между мостами и коммутаторами? Чем они отличаются от концентраторов?
6. Что такое маршрутизатор? Может ли он заменить собой концентратор, мост или коммутатор?
7. Для чего предназначены шлюзы?
8. Что такое «точка беспроводного доступа»? Для чего она предназначена?
9. На каких уровнях модели OSI работает каждый из изученных вами типов устройств связи?
10. Спроектируйте (в виде примерной структурной схемы) сеть крупной фирмы, состоящей из трех подразделений:
  - офис администрации (отдельный этаж здания в центре Москвы, 10 рабочих мест; см. вопросы и задания к главам 3 и 4);
  - склад (отдельное здание за пределами МКАД), оснащен 5 стационарными рабочими станциями;
  - торговый центр (рынок стройматериалов большой площади плюс автостоянки для покупателей), персонал которого при работе с клиентами использует КПК, свободно перемещаясь по территории торгового центра и стоянок на расстоянии до 1,5–2 км.

При этом в пределах офиса и склада подсети должны иметь звездообразную структуру, для офиса администрации необходимо обеспечить возможность выхода в Интернет по каналу ADSL, а связь между подразделениями фирмы осуществляется при помощи оптоволоконного кабеля. Считать определяющими параметры скорости и надежности работы сети, пренебрегая ее стоимостью.