

Глава 4

Строим сеть: линии связи

В этой главе вы найдете ответы на следующие вопросы:

- **Какие виды среды передачи сигналов могут использоваться в компьютерных сетях?**
- **Какие возможны типы и категории кабельных соединений?**
- **Как выполняются кабельные соединения?**
- **Какие существуют типы разъемов (коннекторов)?**
- **Какие возможны типы беспроводных сетей?**

Чтобы компьютеры могли взаимодействовать, необходима какая-либо среда, обеспечивающая возможность передачи сигналов на физическом уровне. Эта *среда передачи* может представлять собой *кабельную инфраструктуру*, т. е. набор проводов различных типов, соединительных *разъемов (коннекторов)* и *устройств связи*. Но она может быть и просто атмосферой или даже безвоздушным пространством, — лишь бы имелась возможность каким-то образом *передать сигнал* от одного компьютера к другому.

Кабельные соединения

Наиболее часто в компьютерных сетях применяются кабельные соединения, выступающие в качестве среды передачи электрических или оптических сигналов между компьютерами и другими сетевыми устройствами. При этом используются следующие типы кабеля:

- коаксиальный кабель (coaxial cable);
- витая пара (twisted pair):
 - неэкранированная (unshielded, UTP),
 - экранированная (shielded);
- волоконно-оптический, или оптоволоконный кабель (fiber optic).

- Еще десять–пятнадцать лет назад при создании сетей в основном применялся именно *коаксиальный кабель*, состоящий из передающей сигнал медной или алюминиевой жилы, слоя изоляции, экранирующей оплетки из медных проводов или алюминиевой фольги и защитной внешней оболочки (рис. 4.1). Для передачи сигнала в коаксиальном кабеле использовалась центральная жила, тогда как оплетка заземлялась, выступая в роли «электрического нуля».

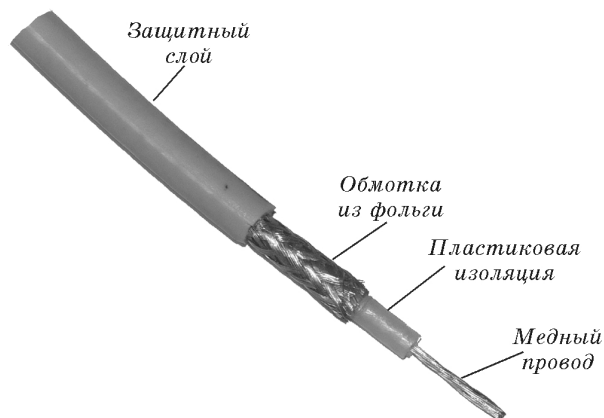


Рис. 4.1. Коаксиальный кабель

При этом использовались два возможных типа кабеля — «тонкий» и «толстый».

Тонкий коаксиальный кабель — гибкий, диаметром около 0,5 см, позволял передавать данные без затухания на расстояния до 185 м (в реальных сетях — даже до 300 м).

Для подключения кабеля к сетевым устройствам применялись специальные *разъемы типа BNC*.

На концах отрезков кабеля монтировались простые BNC-коннекторы. Сращивание этих отрезков производили с помощью BNC I-коннекторов (или «баррел-коннекторов»), а для соединения с сетевыми адаптерами и устройствами использовались BNC T-коннекторы.



Аббревиатуру «BNC» расшифровывают разными способами: чаще всего — как «Bayonet Neill-Concelman» — от фамилий изобретателей этого разъема, реже — как «Bayonet Navy Connector», «British Naval Connector» или «Bayonet Nut Connector».

Чтобы отраженный сигнал поглощался на концах кабеля, там устанавливали BNC-терминаторы, один из которых обязательно заземлялся (рис. 4.2).



Рис. 4.2. BNC-коннекторы различных типов

Толстый коаксиальный кабель — относительно жесткий, диаметром чуть больше 1 см. В нем медная жила была толще, чем у тонкого коаксиального кабеля и, следовательно, ее электрическое сопротивление было меньшим. Поэтому толстый коаксиальный кабель позволял передавать сигнал на расстояния до 500 м.



«Зуб вампира» обеспечивал быстрый способ подключения трансивера к коаксиальному кабелю: он должен был проколоть оплетку кабеля и изоляцию, обеспечивая контакт трансивера с центральной жилой. Два других, меньших «зуба» обеспечивали контакт с оплеткой кабеля.

Для подключения к толстому коаксиальному кабелю применялись специальные устройства — *трансиверы* (от «transmitter-receiver» — «приемопередатчик») с довольно оригинальным названием «сетевой вампир». В качестве разъемов использовались AUI- или DIX-коннекторы (рис. 4.3).

Широкое распространение сетей, построенных на основе коаксиального кабеля, было вызвано двумя обстоятельствами: дешевизной (особенно для сетей на тонком коаксиальном кабеле) — расходы на

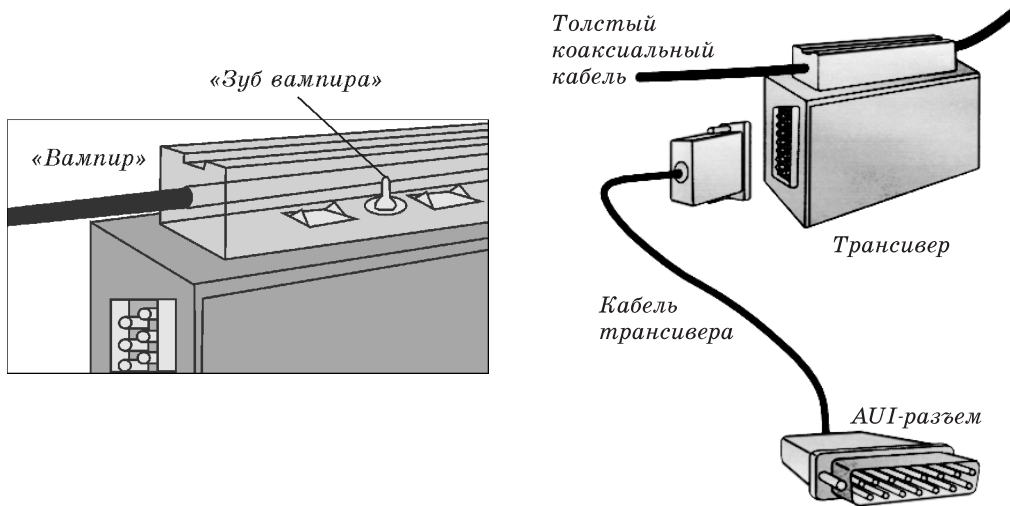


Рис. 4.3. Подключение через трансивер «сетевой вампир»

кабель и коннекторы были минимальными, а больше для небольших сетей ничего и не требовалось, и простотой — достаточно было проложить магистральный кабель, установить на его концах терминаторы и подключить к нему все компьютеры, — и сеть готова (рис. 4.4).

Тем не менее сейчас коаксиальный кабель в большинстве сетей заменен витой парой или оптическими кабелями.

- *Витая пара* — два скрученных друг с другом изолированных медных провода. Подавляющее большинство кабелей на основе витой пары состоит из четырех пар, перевитых с разным шагом для уменьшения электрических наводок со стороны соседних пар и внешних источников и покрытых пластиковой оболочкой (рис. 4.5). В *экранированной витой паре*, кроме того, используется одна или несколько оплеток из алюминиевой или медной фольги, существенно повышающих помехозащитность кабеля.

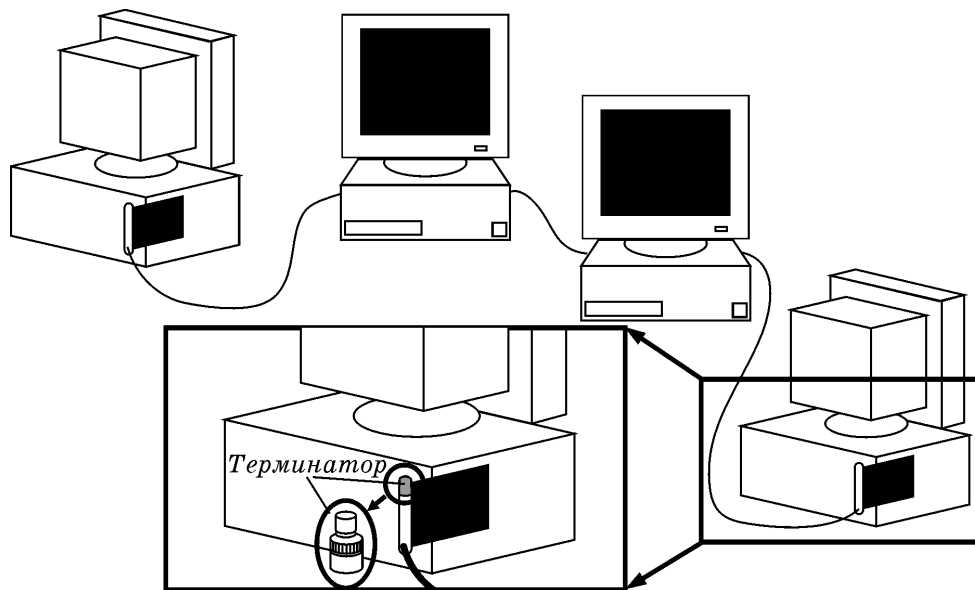


Рис. 4.4. Пример сети на тонком коаксиальном кабеле

Такие кабели выпускаются в соответствии со стандартом EIA/TIA 568 («Американский стандарт проводки в коммерческих зданиях») и подразделяются на *категории*. Кабели разной категории различаются, в первую очередь, шагом скрутки витых пар. Чем меньше шаг, тем выше категория и тем больших скоростей передачи данных можно достичь при его использовании (табл. 4.1).



Рис. 4.5. Витая пара

Таблица 4.1

Категории кабеля «витая пара»

Категория	Характеристика
1	Телефонный кабель для передачи голоса или данных с помощью аналоговых модемов
2	Старый 2-парный тип кабеля. Поддерживает передачу данных со скоростью до 4 Мбит/с. Использовался в сетях Token Ring и ARCNet (о сетевых технологиях — чуть ниже). Сегодня иногда применяется в телефонных сетях
3	2-парный кабель. Использовался в сетях Token Ring и 10BASE-T. Поддерживает передачу данных со скоростью только до 10 Мбит/с. Применяется в телефонных сетях
4	4-парный кабель. Использовался в сетях Token Ring, 10BASE-T, 10BASE-T4 для скоростей до 16 Мбит/с. Сегодня практически не используется
5	Именно этот 4-парный кабель обычно подразумевается под названием «витая пара». Способен передавать данные со скоростью до 100 Мбит/с при использовании двух пар (Fast Ethernet) и до 1000 Мбит/с — при использовании всех четырех пар (Gigabit Ethernet). Наиболее распространен в современных локальных сетях, хотя при прокладке новых сетей чаще применяется кабель <i>категории 5e</i> , лучше пропускающий высокочастотные сигналы. Выпускается также в экранированном варианте
6	4-парный кабель (экранированный или неэкранированный). Способен передавать данные со скоростью до 10000 Мбит/с (10 Gigabit Ethernet) на частотах до 200 МГц. В кабелях <i>категории 6e</i> предельная частота передачи увеличена до 500 МГц. Более половины современных сетей строятся с использованием кабеля этой категории
7	4-парный кабель, спецификация для которого еще окончательно не утверждена. Скорость передачи данных — до 10000 Мбит/с, частота пропускания — до 600–700 МГц. Все отдельные пары и сам кабель для этой категории экранированы

Благодаря своей дешевизне, легкости в установке и универсальности (может использоваться в большинстве сетевых технологий), неэкранированная витая пара сейчас является самым распространенным типом кабеля, используемым при построении локальных сетей. Экранированная витая пара, несмотря на большую помехозащищенность, не получила широкого распространения из-за сложностей в установке — требуется заботиться о заземлении, да и кабель по сравнению с неэкранированной витой парой более жесткий.

Витая пара подключается к компьютерам и другим устройствам с помощью *восьмиконтактного разъема RJ-45* (Registered Jack 45). Этот коннектор (рис. 4.6) похож на применяемый в телефонных линиях коннектор RJ-11, только немного больше него. В табл. 4.2 приведено описание способов заделки кабеля «витая пара» в коннектор RJ-45 в соответствии со стандартами EIA/TIA 568A и 568B; эта операция выполняется с помощью специального обжимного инструмента. (Если расположить разъем контактами вверх и от себя, то нумеровать их надо слева направо, от 1 до 8.)

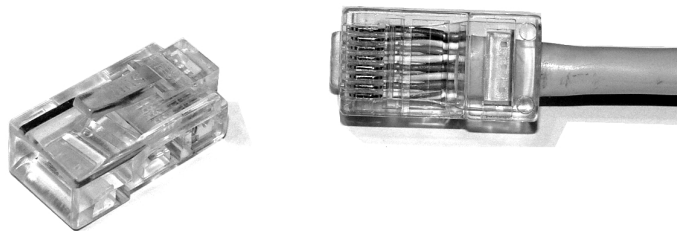


Рис. 4.6. Разъем RJ-45

Таблица 4.2

Разводка проводников в коннекторах RJ-45

Контакт	Цвет оплетки провода	
	568A	568B
1	бело-зеленый	бело-оранжевый
2	зеленый	оранжевый
3	бело-оранжевый	бело-зеленый
4	голубой	голубой
5	бело-голубой	бело-голубой
6	оранжевый	зеленый
7	бело-коричневый	бело-коричневый
8	коричневый	коричневый

Заметим, что кабели, применяемые для подключения компьютеров к концентраторам и коммутаторам, обжимаются с двух сторон одинаково, то есть по одному и тому же стандарту. При этом получается так называемый *прямой кабель*. Однако для непосредственного соединения сетевых адаптеров компьютеров либо для связи между концентраторами и коммутаторами используется *перекрестный кабель* («кросс-кабель»). С одной стороны такого кабеля витые пары при их заделке в разъем меняют местами: зеленый провод — на место оранжевого, а голубой — на место коричневого, и наоборот.

- *Оптоволоконный кабель* (рис. 4.7) отличается от других видов сетевой проводки тем, что передает световые, а не электрические импульсы. Он очень похож на коаксиальный, но вместо медной или алюминиевой жилы используется стекловолокно.

При этом могут применяться два вида оптоволоконных кабелей: *многомодовый* (multi-mode) или *одномодовый* (single-mode).

В относительно дешевом многомодовом кабеле центральное стекловолокно имеет диаметр 50 или 62,5 мкм, а оболочка — 125 мкм. Для передачи сигналов по многомодовому кабелю применяют недорогие *светодиодные трансиверы* с длиной волны 850 нм.

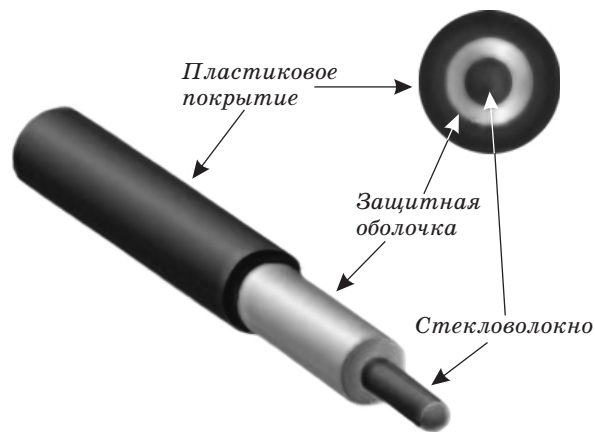


Рис. 4.7. Оптоволоконный кабель

В высококачественном (но дорогом) одномодовом кабеле волокно тоньше — диаметром 9–10 мкм, а затухание светового сигнала в нем существенно меньше. Кроме того, для передачи сигналов по одномодовому кабелю используются *лазерные трансиверы* с длиной волны 1300 нм. В результате максимальное расстояние передачи светового сигнала при применении одномодовых кабелей и трансиверов гораздо больше, чем для многомодовых.

Для подключения оптоволоконного кабеля используются специальные коннекторы (рис. 4.8). Коннекторы *FC* и *ST* сегодня считаются устаревшими, поэтому в новом оборудовании чаще всего применяются разъемы для коннекторов *SC*. Монтаж



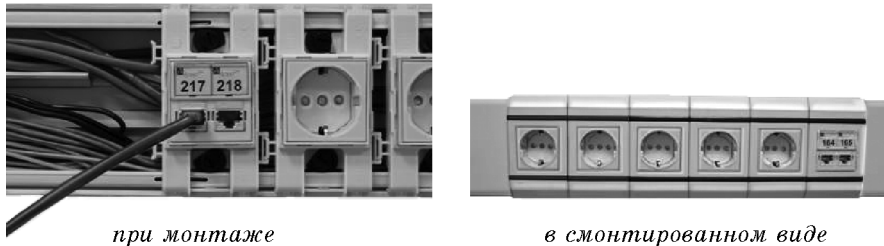
Рис. 4.8. Оптоволоконные коннекторы различных типов

коннекторов (заделка оптоволоконного кабеля в коннектор) довольно сложен и требует специального оборудования. Правда, в последнее время появились наборы, позволяющие заделывать такие коннекторы и в домашних условиях. Однако их использование требует точности и терпения, поскольку производится путем вклейки оптического волокна в наконечник с последующей сушкой и тонкой шлифовкой.

По сравнению с электрическими кабелями оптоволокно обеспечивает непревзойденные параметры помехозащищенности и защиты передаваемого сигнала от перехвата. Кроме того, при его использовании данные удается передавать на существенно большие расстояния, да и теоретически возможные скорости передачи в оптоволокне намного выше. Недостатки оптоволокна — большая стоимость кабеля, сложность заделки коннекторов (при которой требуется сварка стекловолокна) и необходимость применения дополнительных трансиверов, преобразующих световые сигналы в электрические и обратно. Все это заметно повышает общую стоимость развертывания сети, поэтому до сих пор оптоволокно в локальных сетях применяется реже, чем витая пара.

После выбора подходящего типа кабеля, которым вы собираетесь соединить компьютеры и сетевые устройства, и определения места коммутации и распределения можно приступать к *прокладке кабеля*. При прокладывании кабеля в здании проводку обычно заделывают в стены либо размещают в специальных пространствах под фальшполом или за навесным потолком, а затем выводят в *настенные сетевые розетки*.

Если проложить кабели в указанных местах невозможно, используются настенные (реже — напольные) *кабель-каналы (коробы)*. **Короб** — это полая пластиковая сборно-разборная труба, обычно прямоугольной формы, в которой прокладываются сетевые кабели, чаще всего вместе с электрическими (рис. 4.9).



при монтаже

в смонтированном виде

Рис. 4.9. Пластиковый короб для прокладки кабелей (с установленными сетевыми и электрическими розетками)

Беспроводные сети

Основные проблемы, характерные для всех проводных сетей, — их низкая *мобильность*, довольно большие капиталовложения в кабельную инфраструктуру и относительно малая дальность передачи сигнала. К беспроводным сетям это относится в меньшей степени, поэтому они все чаще входят в нашу жизнь. Хотя понятие «кабель» в беспроводных сетях отсутствует, среда передачи в них, безусловно, существует.

Для беспроводной передачи данных используют несколько способов.

- *Технологии радиосвязи* пересылают данные на радиочастотах и практически не имеют ограничений по дальности. Они используются как в локальных сетях, так и для сетевых соединений на больших расстояниях. Поскольку радиосигналы легко перехватить, требуется обязательная защита данных кодированием и/или шифрованием.
- Передача данных *в микроволновом диапазоне* использует более высокие частоты и применяется как на коротких расстояниях (объединение локальных сетей в разных зданиях), так и в глобальных коммуникациях — с помощью спутников и наземных спутниковых антенн. Главное ограничение такой

связи: и передатчик, и приемник должны быть в зоне прямой видимости друг друга.

- Технологии, использующие *инфракрасное (ИК) излучение*, часто применяются для двусторонней или широковещательной передачи на близких расстояниях. Инфракрасная передача обычно используется в складских и офисных помещениях, чаще всего для взаимодействия с портативными (мобильными) устройствами. Хотя скорости инфракрасных сетей и удобство их использования очень привлекательны, возникают трудности при передаче сигналов на расстояние более 30 метров. К тому же ИК-сигналы легко блокируются любыми предметами, а также подвержены помехам со стороны сильных источников света и тепла, которые есть практически в любом помещении.
- Для беспроводных сетей также применяют *световое излучение в видимом диапазоне* (например, с помощью лазеров), хотя этот способ передачи используется редко. Тем не менее этот способ соединения может быть удобен для связи между высотными зданиями.



Кабели «витая пара» категории *5e* (или более высокой) сегодня являются наиболее универсальным, надежным и расширяемым решением для подключения к локальной сети стационарных рабочих станций и серверов. Оптоволокно чаще всего применяется для передачи сигналов на большие расстояния, например при соединении локальных сетей, расположенных в разных зданиях или даже районах. Использование радиосигналов обеспечивает подключение к сети мобильных устройств (ноутбуков, планшетных компьютеров или КПК).

Результатом работы по построению сети на данном этапе должна стать проложенная кабельная инфраструктура и, если это необходимо, установленные *беспроводные точки доступа к сети*.



Вопросы и задания

1. Кабель типа «витая пара» выпускается как в неэкранированном, так и в экранированном вариантах. Существует ли экранированный коаксиальный кабель?
2. К какой категории относится кабель из неэкранированной витой пары, способный передавать данные со скоростью до 10 Мбит/с?
3. Передача электрического сигнала требует наличия двух проводников. Какие именно проводники используются в коаксиальном кабеле? Зачем в кабеле «витая пара» используется несколько пар проводников (2 или 4)?
4. Какой разъем используется для подключения кабеля «витая пара» к компьютерам?
5. Основная задача коннекторов для металлических кабелей — обеспечить надежный электрический контакт при соединении отрезков кабеля или устройств сети. Какова основная задача коннекторов для оптоволоконного кабеля?
6. Что может создать помехи работе беспроводной сети, если в ней используется радиосвязь? Что может создать помехи работе беспроводной сети, основанной на использовании инфракрасного излучения?
7. Для ранее разработанной сети развивающейся компании (см. вопросы и задания к предыдущей главе) составьте проект прокладки кабеля «витая пара» категории 5 в кабельных каналах согласно выбранной вами топологии.

