

## Лекции

Лекция 1. Общие сведения о сетевых технологиях. . . . .	13
Лекция 2. Верхние уровни моделей OSI, TCP/IP. . . . .	28
Лекция 3. Физический уровень модели OSI . . . . .	46
Лекция 4. Канальный уровень . . . . .	59
Лекция 5. Ethernet-совместимые технологии . . . . .	75
Лекция 6. Функции маршрутизаторов . . . . .	89
Лекция 7. Адресация в IP-сетях . . . . .	103
Лекция 8. Функционирование маршрутизаторов. . . . .	119
Лекция 9. Общие сведения о маршрутизирующих протоколах . . . . .	131
Лекция 10. Основы конфигурирования маршрутизаторов . . . . .	144
Лекция 11. Конфигурирование маршрутизации . . . . .	160
Лекция 12. Особенности протоколов вектора расстояния. . . . .	177
Лекция 13. Протокол маршрутизации OSPF . . . . .	196
Лекция 14. Сетевые фильтры. . . . .	210
Лекция 15. Основы конфигурирования коммутаторов. . . . .	222
Лекция 16. Виртуальные локальные сети . . . . .	233

# Оглавление

Введение .....	11
<b>РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ</b> .....	13
<b>Лекция 1.</b> Общие сведения о сетевых технологиях .....	13
1.1. Основы сетевых технологий .....	13
1.2. Классификация сетей передачи данных .....	16
1.3. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем ..	19
Краткие итоги .....	26
Вопросы .....	27
Упражнения .....	27
<b>Лекция 2.</b> Верхние уровни моделей OSI, TCP/IP .....	28
2.1. Прикладной уровень .....	28
2.2. Транспортный уровень моделей OSI, TCP/IP .....	34
Краткие итоги .....	44
Вопросы .....	44
Упражнения .....	45
<b>Лекция 3.</b> Физический уровень модели OSI .....	46
3.1. Медные кабели .....	46
3.2. Волоконно-оптические кабели .....	49
3.3. Беспроводная среда .....	52
3.4. Топология сетей .....	54
Краткие итоги .....	57
Вопросы .....	57
Упражнения .....	58
<b>РАЗДЕЛ 2. ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ</b> .....	59
<b>Лекция 4.</b> Канальный уровень .....	59
4.1. Подуровни LLC и MAC .....	59
4.2. Локальные сети технологии Ethernet .....	63
4.3. Коммутаторы в локальных сетях .....	66
Краткие итоги .....	73
Вопросы .....	73
Упражнения .....	74

<b>Лекция 5. Ethernet-совместимые технологии</b> . . . . .	75
5.1. Технология Fast Ethernet . . . . .	75
5.2. Технология Gigabit Ethernet. . . . .	81
5.3. Технология 10-Gigabit Ethernet . . . . .	84
Краткие итоги . . . . .	86
Вопросы . . . . .	87
Упражнения. . . . .	88
<b>РАЗДЕЛ 3. ПРИНЦИПЫ И СРЕДСТВА МЕЖСЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.</b> . . . . .	89
<b>Лекция 6. Функции маршрутизаторов</b> . . . . .	89
6.1. Маршрутизаторы в сетевых технологиях . . . . .	89
6.2. Принципы маршрутизации . . . . .	93
Краткие итоги . . . . .	100
Вопросы . . . . .	101
Упражнения. . . . .	102
<b>Лекция 7. Адресация в IP-сетях</b> . . . . .	103
7.1. Логические адреса версии IPv4 . . . . .	103
7.2. Формирование подсетей . . . . .	105
7.3. Частные и общедоступные адреса . . . . .	112
7.4. Адреса версии IPv6 . . . . .	113
Краткие итоги . . . . .	116
Вопросы . . . . .	117
Упражнения. . . . .	118
<b>Лекция 8. Функционирование маршрутизаторов</b> . . . . .	119
8.1. Назначение IP-адресов. . . . .	119
8.2. Передача данных в сетях с маршрутизаторами . . . . .	121
8.3. Сетевые протоколы. Формат пакета протокола IP . . . . .	125
Краткие итоги . . . . .	129
Вопросы . . . . .	130
Упражнения. . . . .	130
<b>РАЗДЕЛ 4. ПРОТОКОЛЫ МАРШРУТИЗАЦИИ.</b> . . . . .	131
<b>Лекция 9. Общие сведения о маршрутизирующих протоколах</b> . . . . .	131
9.1. Основные параметры протоколов маршрутизации. . . . .	131
9.2. Протоколы вектора расстояния и состояния канала . . . . .	136

9.3. Протокол RIP .....	138
Краткие итоги .....	142
Вопросы .....	143
Упражнения .....	143
<b>Лекция 10. Основы конфигурирования маршрутизаторов .....</b>	<b>144</b>
10.1. Режимы конфигурирования маршрутизаторов .....	144
10.2. Создание начальной конфигурации маршрутизатора .....	149
10.3. Конфигурирование интерфейсов .....	153
Краткие итоги .....	157
Вопросы .....	158
Упражнения .....	159
<b>Лекция 11. Конфигурирование маршрутизации .....</b>	<b>160</b>
11.1. Конфигурирование статической маршрутизации .....	160
11.2. Конфигурирование конечных узлов и верификация сети ..	167
11.3. Динамическая маршрутизация. Конфигурирование протокола RIP .....	169
Краткие итоги .....	174
Вопросы .....	175
Упражнения .....	176
<b>РАЗДЕЛ 5. ОСОБЕННОСТИ КОНФИГУРИРОВАНИЯ     МАРШРУТИЗАТОРОВ .....</b>	<b>177</b>
<b>Лекция 12. Особенности протоколов вектора расстояния .....</b>	<b>177</b>
12.1. Протокол RIP .....	177
12.2. Общие сведения о протоколе EIGRP .....	182
12.3. Конфигурирование протокола EIGRP .....	185
Краткие итоги .....	193
Вопросы .....	194
Упражнения .....	194
<b>Лекция 13. Протокол маршрутизации OSPF .....</b>	<b>196</b>
13.1. Общие сведения о протоколе OSPF .....	196
13.2. Конфигурирование протокола OSPF .....	201
Краткие итоги .....	207
Вопросы .....	208
Упражнения .....	208

<b>Лекция 14. Сетевые фильтры</b> . . . . .	210
14.1. Функционирование списков доступа . . . . .	210
14.2. Конфигурирование стандартных списков доступа . . . . .	213
14.3. Конфигурирование расширенных списков доступа . . . . .	216
Краткие итоги . . . . .	219
Вопросы . . . . .	220
Упражнения . . . . .	220
<b>РАЗДЕЛ 6. КОНФИГУРИРОВАНИЕ КОММУТАТОРОВ</b> . . . . .	222
<b>Лекция 15. Основы конфигурирования коммутаторов</b> . . . . .	222
15.1. Общие вопросы конфигурирования коммутаторов . . . . .	222
15.2. Управление таблицей коммутации. . . . .	226
15.3. Конфигурирование безопасности на коммутаторе . . . . .	228
Краткие итоги . . . . .	231
Вопросы . . . . .	231
Упражнения . . . . .	232
<b>Лекция 16. Виртуальные локальные сети</b> . . . . .	233
16.1. Общие сведения о виртуальных сетях . . . . .	233
16.2. Конфигурирование виртуальных сетей . . . . .	238
16.3. Маршрутизация между виртуальными локальными сетями . . . . .	245
Краткие итоги . . . . .	250
Вопросы . . . . .	251
Упражнения . . . . .	251
Заключение . . . . .	252
Литература . . . . .	253
Список терминов и сокращений . . . . .	254
Глоссарий . . . . .	259

## Введение

В настоящее время Интернет является глобальной сетью передачи данных, которая создала единое информационное пространство. Интернет состоит из множества больших и малых сетей, а также индивидуальных компьютеров, которые связаны между собой. Основу Интернета составляют IP-технологии.

Современные тенденции развития систем и сетей телекоммуникаций предполагают предоставление разных видов услуг: обмен данными, передача аудио- и видеoinформации по единой мультисервисной сети связи. Для этой цели создаются сети нового поколения Next Generation Network – NGN.

Передача данных по сети Интернет реализуется главным образом на базе протокола TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol – Протокол управления передачей/Межсетевой протокол). TCP/IP – это набор протоколов или правил, которые были развиты, чтобы позволить компьютерам совместно использовать ресурсы сети.

Наиболее распространенным оборудованием в сетях TCP/IP являются коммутаторы и маршрутизаторы фирмы Cisco. Сведения о создании сетей на таком оборудовании, функционировании аппаратуры и конфигурировании разбросаны по многим источникам. Поэтому в настоящем курсе лекций вопросы конфигурирования сетевых устройств рассматриваются на примере оборудования фирмы Cisco – оно применяется в Самарском региональном техническом тренинг-центре (СРТТЦ), на базе которого функционирует Локальная Международная академия Cisco, и на кафедре систем связи ПГУТИ, где работает автор.

При использовании реального оборудования, например, состоящего из 4 маршрутизаторов и 4 коммутаторов, группа студентов из 6-7 человек вынуждена конфигурировать один маршрутизатор, что снижает эффективность обучения. Для устранения данного недостатка в дополнение к существующему оборудованию применяются программные имитаторы функционирования сети. Ранее это был симулятор RouterSim CCNA3.0 [7]. В настоящее время Международная академия CISCO предоставляет каждому слушателю курсов CCNA имитатор Packet Tracer, имеющий очень широкие возможности по моделированию сети. Конфигурирование маршрутизаторов и коммутаторов с использованием имитатора ничем не отличается от работы с реальным оборудованием. При этом на каждом компьютере с установленным имитатором можно конфигурировать достаточно сложную сеть, включающую несколько маршрутизаторов, коммутаторов и компьютеров. Данный комплекс позволяет студентам и слушателям локальной академии Cisco полноценно освоить программирование аппаратуры Cisco без риска повредить реальную аппаратуру сете-

вого комплекса. На реальном же оборудовании проводится закрепление полученных знаний и навыков.

В предлагаемом курсе лекций рассматриваются принципы построения сетей передачи данных, основные технологии локальных сетей, принципы и средства межсетевого взаимодействия, функционирование и основные характеристики коммутаторов и маршрутизаторов, конфигурирование и маршрутизацию сетей и устройств. Теоретический материал закрепляется в ходе проведения лабораторных работ.

# Раздел 1. Основы построения сетей

## Лекция 1. Общие сведения о сетевых технологиях

Приведены основные элементы и устройства телекоммуникационных сетей, их классификация, описание семиуровневой модели взаимодействия открытых систем.

### 1.1. Основы сетевых технологий

**Телекоммуникационные сети** представляют собой комплекс аппаратных и программных средств, обеспечивающих передачу информационных сообщений между абонентами с заданными параметрами качества. **Сообщение** – форма представления информации, удобная для передачи на расстояние. Сообщение отображается изменением какого-либо параметра информационного **сигнала** (электромагнитные сигналы в сетях).

При создании сетей телекоммуникаций невозможно соединить всех абонентов между собой отдельными (выделенными) линиями связи. Это нецелесообразно экономически и невыполнимо практически. Поэтому соединение многочисленных абонентов (А), находящихся на большом расстоянии, обычно производится через транзитные (телекоммуникационные) узлы (ТУ) связи (рис. 1.1).

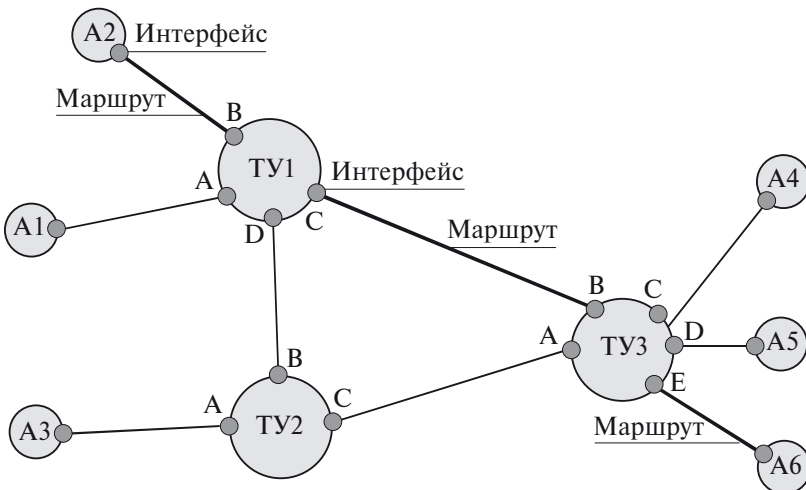


Рис. 1.1. Телекоммуникационная сеть



Таким образом, **телекоммуникационная сеть** образуется совокупностью абонентов (А) и узлов связи, соединенных линиями (каналами) связи. Узлы ТУ производят **коммутацию** поступившего сообщения с входного порта (интерфейса) на выходной. Например, в сети на рис. 1.1 при передаче сообщения от абонента А2 абоненту А6 транзитный узел ТУ1 производит коммутацию сообщения с входного интерфейса В на выходной С, транзитный узел ТУ3 — с входного интерфейса В на выходной Е. При этом формируется определенный **маршрут**, по которому передается сообщение. Процесс формирования маршрута получил название **коммутация**. Коммутацией также называют передачу (продвижение) сообщения с входного интерфейса на выходной.

В некоторых сетях все возможные маршруты уже созданы и необходимо только выбрать наиболее оптимальный. Процесс выбора оптимального маршрута получил название **маршрутизация**, а устройство, ее реализующее, — **маршрутизатор**. Выбор оптимального маршрута узлы производят на основе **таблиц маршрутизации** (или коммутации) с использованием определенного критерия — **метрики**.

Таким образом, различают сети с **коммутацией каналов**, когда телекоммуникационные узлы выполняют функции коммутаторов, и с **коммутацией пакетов** (сообщений), когда телекоммуникационные узлы выполняют функции маршрутизаторов. В сетях с коммутацией каналов канал создается до передачи сообщения.

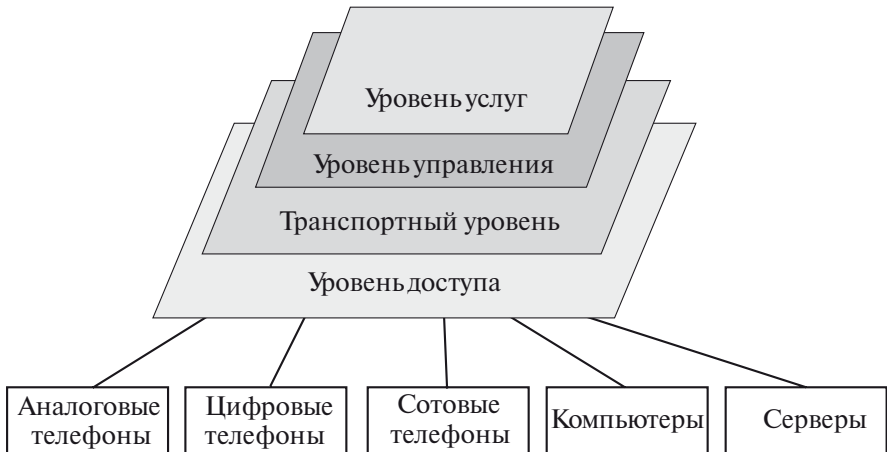
Эти два вида сетей используются для передачи двух различных видов трафика. Сети с коммутацией каналов обычно передают равномерный (поточковый) трафик — например, телефонные сети. В сетях передачи данных с пульсирующим трафиком применяется коммутация пакетов (сообщений), например, в компьютерных сетях.

Различие коммутации пакетов или сообщений состоит в том, что сообщение может быть очень большим. Поэтому если в нем обнаруживается ошибка, то повторно нужно передавать все сообщение большого объема. В сетях с коммутацией пакетов большое сообщение предварительно разбивается на сравнительно небольшие пакеты (сегменты). Поэтому при потере или искажении части сообщения повторно передается только потерянный пакет (сегмент).

В настоящее время в соответствии с концепцией Единой сети электросвязи Российской Федерации создаются *сети нового (следующего) поколения* (Next Generation Network — NGN), в которых все виды трафика передаются по единой сети связи в цифровой форме. Подобные сети также называют *мультисервисными* (Internet Multi Service — IMS), в отличие от ранее существовавших моносервисных сетей.

В сетях NGN обеспечивается слияние (*конвергенция*) всех существующих сетей в единую информационную сеть для передачи мультимедийной

информации. Пользователи такой сети должны иметь широкий выбор услуг с гарантированным качеством, что обеспечивается соответствующим уровнем управления, транспортным уровнем и уровнем доступа пользователей к мультисервисной сети (рис. 1.2).



**Рис. 1.2.** Уровни мультисервисной сети NGN

Транспортный уровень сети NGN создается на базе IP-сетей с распределенной коммутацией пакетов. Доступ к транспортной сети обеспечивается через соответствующие устройства и шлюзы.

Сети следующего поколения NGN обеспечивают широкий набор услуг с гибкими возможностями по их управлению. Телекоммуникационные сети нового поколения используются для передачи различных видов информации: дискретных данных, аудио- и видеoinформации. Услуга передачи указанной триады (голоса, данных и видеoinформации) по единой мультисервисной сети получила название *Triple Play*.

На рис. 1.3 приведен пример структурной схемы сети телекоммуникаций, в которой пользователи (абоненты) через сети доступа подключаются к магистральной сети, обеспечивающей транспорт сообщений. В ряде случаев абонентам удобно объединяться в локальные сети, функционирующие в рамках ограниченного пространства (аудитория, здание, группа зданий).

Для создания маршрута в разветвленной сети необходимо задавать *адреса* источника и получателя сообщения. Различают физические и логические адреса. Логические адреса принадлежат пользователям (абонентам), а физические обычно адресуют соответствующие интерфейсы телекоммуникационных узлов и абонентских устройств.

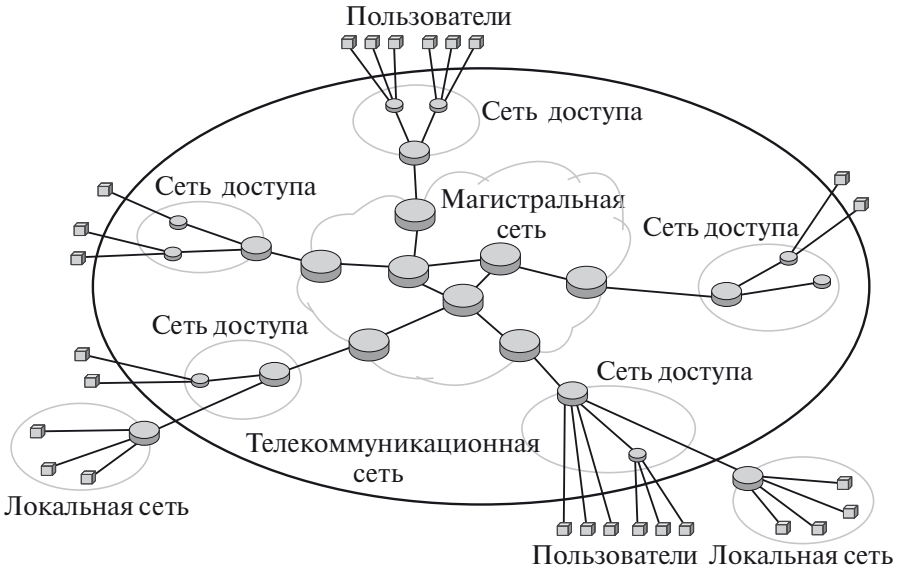
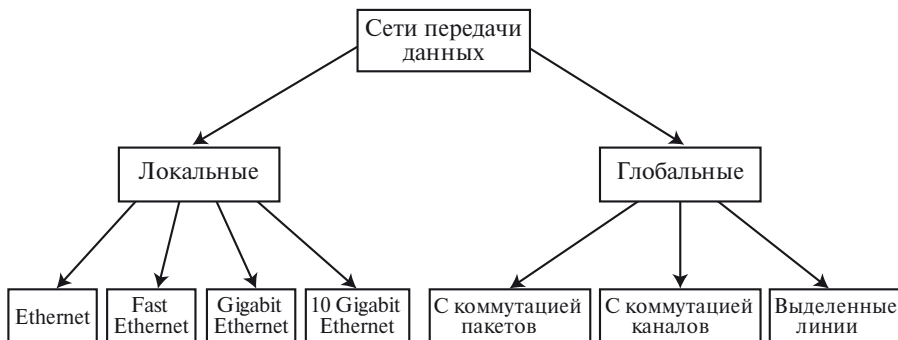


Рис. 1.3. Структурная схема телекоммуникационной сети

## 1.2. Классификация сетей передачи данных

Методы и устройства, используемые в вычислительных (компьютерных) сетях передачи данных, широко применяются при создании сетей NGN. Поэтому в настоящем курсе лекций основное внимание уделено аппаратным и программным средствам вычислительных (компьютерных) сетей, т. е. сетей передачи данных, на базе которых и создаются современные мультисервисные сети. В сетях передачи данных (компьютерных или вычислительных) поток может быть представлен различными информационными единицами: битами, байтами, кадрами, пакетами, ячейками, образующими информационный поток. *Сети передачи данных, как правило, относятся к сетям с коммутацией пакетов.*

Согласно одной из классификаций сети передачи данных подразделяются на **локальные** и **глобальные** (рис. 1.4). Сеть может размещаться на ограниченном пространстве, например, в отдельном здании, в аудитории. При этом она называется локальной вычислительной сетью – ЛВС (Local Area Network – LAN). Основными технологиями локальных вычислительных сетей, которые применяются в настоящее время, являются Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet. Другие технологии ЛВС (Token Ring, 100VG-AnyLAN, FDDI и др.) используются редко.



**Рис. 1.4.** Классификация сетей передачи данных

Совокупность нескольких локальных сетей называют **составной, распределенной** или **глобальной сетью** (Internetwork, Internet). В составную сеть могут входить **подсети** (Subnet) различных технологий. Крупные фирмы (корпорации) создают свои собственные *корпоративные сети* (Intranet), которые используют технологии как глобальных, так и локальных сетей. Таким образом, объединение пользователей, расположенных на широком географическом пространстве, например в разных городах, для совместного использования информационных данных, производится с помощью глобальных вычислительных сетей – **ГВС** (Wide Area Network – **WAN**).

Глобальные сети передачи данных часто классифицируют (рис. 1.4) на:

- сети с коммутацией каналов;
- сети, использующие выделенные линии;
- сети с коммутацией пакетов.

Сети с коммутацией каналов и с использованием выделенных линий строят на основе различных сетевых технологий. При этом применяются следующие технологии и линии связи:

- цифровые линии, которые бывают постоянные, арендуемые, а также коммутируемые. В цифровых линиях применяют технологии плезиохронной цифровой иерархии (Plesiochronous Digital Hierarchy – **PDH**), синхронной цифровой иерархии (Synchronous Digital Hierarchy – **SDH**), а также технологии оптических линий связи спектрального уплотнения по длине волны (Wave-length Division Multiplexing – **WDM**, Dense WDM – **DWDM**);
- цифровые сети интегральных служб с коммутацией каналов (Integrated Services Digital Network – **ISDN**);
- цифровые абонентские линии (Digital Subscriber Line – **DSL**);
- аналоговые выделенные линии и линии с коммутацией каналов (dialup) с применением модемов, т. е. аналоговые **АТС**.

Технологии PDH и SDH характеризуются высокой скоростью передачи данных. Например, скорость передачи данных по сетям технологии PDH составляет от 2 Мбит/с до 139 Мбит/с; технологии SDH – от 155 Мбит/с до 2,5 Гбит/с и выше. Дальнейшее увеличение скорости передачи данных достигнуто в системах со спектральным уплотнением по длине волны (технологии WDM и DWDM) на волоконно-оптических кабелях. Основными аппаратными средствами высокоскоростных технологий с коммутируемыми цифровыми линиями являются мультиплексоры (MUX).

Широкое распространение в настоящее время получили **сети с коммутацией пакетов**, в которых применяются следующие сетевые технологии:

- сети на основе технологии **виртуальных каналов (X.25)**; сети трансляции кадров **FR** – Frame Relay; сети **АТМ** – Asynchronous Transfer Mode);
- сети технологии **IP**, использующие **дейтаграммный метод** передачи сообщений.

В сетях с коммутацией пакетов могут использоваться технологии **виртуальных каналов**, применяемые в сетях X.25, Frame Relay, АТМ, или технологии передачи **дейтаграммных** сообщений – сети IP в зависимости от предъявляемых требований.

Технологии виртуальных каналов предусматривают предварительное соединение конечных узлов (источника и назначения), при этом прокладывается маршрут (виртуальный канал), по которому затем передаются данные. Получение данных подтверждается приемной стороной. Технология X.25 ориентирована на ненадежные аналоговые линии связи, поэтому характеризуется низкой скоростью передачи данных (до 48 Кбит/с). Однако данная технология применяется до настоящего времени, например в сетях банкоматов, из-за своей высокой надежности при ненадежных линиях. Технология Frame Relay обеспечивает более высокую по сравнению с X.25 скорость передачи данных – до 2-4 Мбит/с. Но линии связи должны быть более надежными по сравнению с X.25. Наибольшую скорость передачи данных (155 Мбит/с, 620 Мбит/с, а также 2,4 Гбит/с) обеспечивают сети АТМ. Однако развитие этих сетей сдерживает их высокая стоимость.

Сети технологии **IP** являются **дейтаграммными**, когда отсутствует предварительное соединение конечных узлов и нет подтверждения приема сообщения. Поэтому отдельные части большого сообщения могут передаваться по разным маршрутам, и потеря отдельной части сообщения может остаться незамеченной. Такой метод характеризуется высокой скоростью передачи, но низкой надежностью, поскольку нет подтверждения принятых данных. Высокую надежность обеспечивает протокол управления передачей **TCP** (Transmission Control Protocol). Набор (стек) протоколов TCP/IP обеспечивает компромиссное решение по цене, скорости и надежности передачи данных. Поэтому на базе протоколов TCP/IP созда-

ется транспортный уровень мультисервисных сетей следующего поколения NGN с распределенной коммутацией пакетов.

Следует отметить еще одну сетевую технологию, которая стремительно развивается в последнее время, — это технология виртуальных частных сетей (Virtual Private Network – VPN). Данная технология задействует сеть общего пользования Интернет, в которой формирует защищенные каналы связи с гарантированной полосой пропускания. Таким образом, при экономичности и доступности сети VPN обеспечивают **безопасность и качество** передаваемых сообщений. Используя VPN, сотрудники фирмы могут получить безопасный дистанционный доступ к корпоративной (частной) сети компании через Интернет.

### 1.3. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем

Сложность сетевых структур и разнообразие телекоммуникационных устройств, выпускаемых различными фирмами, привели к необходимости стандартизации как устройств, так и процедур обмена данными между пользователями. Международная организация стандартов (International Standards Organization – ISO) создала эталонную модель взаимодействия **открытых систем** (Open System Interconnection reference model – OSI), которая определяет концепцию и методологию создания сетей передачи данных. Модель описывает стандартные правила функционирования устройств и программных средств при обмене данными между узлами (компьютерами) в открытой системе. Открытая система состоит из программно-аппаратных средств, способных взаимодействовать между собой **при использовании стандартных правил и устройств сопряжения** (интерфейсов).

Модель ISO/OSI включает семь уровней. На рис. 1.5 показана модель взаимодействия двух устройств: **узла источника** (source) и **узла назначения** (destination). **Совокупность правил, по которым происходит обмен данными между программно-аппаратными средствами, находящимися на одном уровне, называется протоколом.** Набор протоколов называется **стеком** протоколов и задается определенным стандартом. Взаимодействие между уровнями определяется стандартными **интерфейсами**.

Взаимодействие соответствующих уровней является **виртуальным**, за исключением физического уровня, на котором происходит обмен данными по кабелям, соединяющим компьютеры. На рис. 1.5 приведены также примеры протоколов, управляющих взаимодействием узлов на различных уровнях модели OSI. Взаимодействие уровней между собой внутри узла происходит через межуровневый **интерфейс**, и каждый нижележащий уровень предоставляет услуги вышележащему.

Уровни узла источника	Уровни узла назначения	Примеры протоколов
7. Прикладной	7. Прикладной	HTTP, FTP, SMTP, DNS
6. Представительский	6. Представительский	ASCII, MPEG, JPEG
5. Сеансовый	5. Сеансовый	
4. Транспортный	4. Транспортный	TCP, UDP
3. Сетевой	3. Сетевой	IP, IPX, RIP, OSPF
2. Канальный	2. Канальный	Ethernet, Fast Ethernet
1. Физический	1. Физический	

Рис. 1.5. Семиуровневая модель ISO/OSI

Виртуальный обмен между соответствующими уровнями узлов А и В (рис. 1.6) происходит определенными единицами информации. На трех верхних уровнях – это **сообщения** или **данные (Data)**, на транспортном уровне – **сегменты (Segment)**, на сетевом уровне – **пакеты (Packet)**, на канальном уровне – **кадры (Frame)** и на физическом – последовательность битов.

Для каждой сетевой технологии существуют свои протоколы и свои технические средства, часть из которых имеет условные обозначения, приведенные на рис. 1.6. Данные обозначения введены фирмой **Cisco** и стали общепринятыми. Среди технических средств физического уровня следует отметить кабели, разъемы, **повторители сигналов (repeater)**, многопортовые повторители или **концентраторы (hub)**, **преобразователи среды (transceiver)**, например, преобразователи электрических сигналов в оптические и наоборот. На канальном уровне – это **мосты (bridge)**, **коммутаторы (switch)**. На сетевом уровне – **маршрутизаторы (router)**. Сетевые карты или адаптеры (Network Interface Card – NIC) функционируют как на канальном, так и на физическом уровне, что обусловлено сетевой технологией и средой передачи данных.

При передаче данных от источника к узлу назначения подготовленные на прикладном уровне передаваемые данные последовательно проходят от самого верхнего, Прикладного уровня 7 узла источника информации до самого нижнего – Физического уровня 1, затем передаются по физической среде узлу назначения, где последовательно проходят от нижнего уровня 1 до уровня 7.

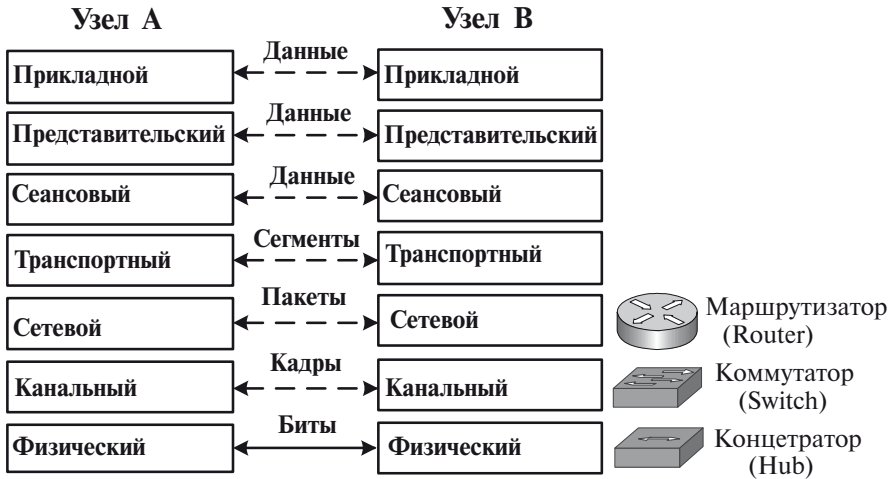


Рис. 1.6. Устройства и единицы информации соответствующих уровней

Самый верхний, **Прикладной уровень (Application Layer) 7** оперирует наиболее общей единицей данных – сообщением. На этом уровне реализуется управление общим доступом к сети, потоком данных, сетевыми службами, такими, как FTP, TFTP, HTTP, SMTP, SNMP и др.

**Представительский уровень (Presentation Layer) 6** изменяет форму представления данных. Например, передаваемые с уровня 7 данные преобразуются в общепринятый формат ASCII. При приеме данных происходит обратный процесс. На уровне 6 также происходит шифрация и сжатие данных.

**Сеансовый уровень (Session Layer) 5** устанавливает сеанс связи двух конечных узлов (компьютеров), определяет, какой компьютер является передатчиком, а какой приемником, задает для передающей стороны время передачи.

**Транспортный уровень (Transport Layer) 4** делит большое сообщение узла источника информации на части, при этом добавляет заголовок и формирует **сегменты** определенного объема, а короткие сообщения может объединять в один сегмент. В узле назначения происходит обратный процесс. В заголовке сегмента задаются **номера порта** источника и назначения, которые адресуют службы верхнего прикладного уровня для обработки данного сегмента. Кроме того, транспортный уровень обеспечивает **надежную доставку пакетов**. При обнаружении потерь и ошибок на этом уровне формируется запрос повторной передачи, при этом используется протокол TCP. Когда необходимость проверки правильности доставлен-