

Корпоративные сети

Учебно-методическое пособие

Содержание

Тема 1. Классификация и компоненты корпоративных сетей.

Тема 2. Методы передачи данных канального уровня.

Тема 3. Протоколы и сетевые утилиты

Тема 4. Маршрутизация в сетях

Тема 5. Коммутация в сетях

Классификация и компоненты корпоративных сетей

Классификация компьютерных сетей

По территориальному признаку

По назначению

По способу установки соединения и способу доступа в передающую среду

По типу используемого электрического сигнала

По используемым сетевым технологиям и организации каналов связи

По принадлежности

Компоненты
корпоративных
сетей

```
graph TD; A[Компоненты корпоративных сетей] --- B[Техническое обеспечение]; A --- C[Программное обеспечение]; A --- D[Протоколы];
```

Техническое
обеспечение

Программное
обеспечение

Протоколы

Техническое обеспечение

В качестве технического обеспечения

можно выделить:

Серверы (Servers) различных назначений.

Рабочие станции (Workstation)

Линии связи различных типов

Разветвители – хабы (Hubs)

Коммутаторы (Switch)

Маршрутизаторы (Router)

Средства беспроводных сетей

Программное обеспечение

Сетевые операционные системы настольных компьютеров и ноутбуков для ЛВС

Сетевые операционные системы для больших ЭВМ, обслуживающих поисковые системы и WEB –сайты

Специализированные операционные системы, встроенные в коммутационное оборудование. Например, Cisco IOS, предназначенные для управления коммутаторами и маршрутизаторами

Протоколы

Для компьютерных сетей существуют специальные протоколы помимо протоколов, используемых в компьютерных системах. Основой сетевых протоколов является базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем – OSI, стандартизованная международной организацией как ISO 7498:

Модель OSI

Прикладной уровень
Представительный уровень
Сеансовый уровень
Транспортный уровень
Сетевой уровень
Канальный уровень
Физический уровень

Протокол TCP/IP

Прикладной уровень
Транспортный уровень
Сетевой уровень
Сетевой интерфейс (физический)

Методы передачи данных канального уровня

Характеристики линий связи.

К основным характеристикам линий связи относятся:

Амплитудно-частотные характеристики

Полоса пропускания

Затухание

Помехоустойчивость

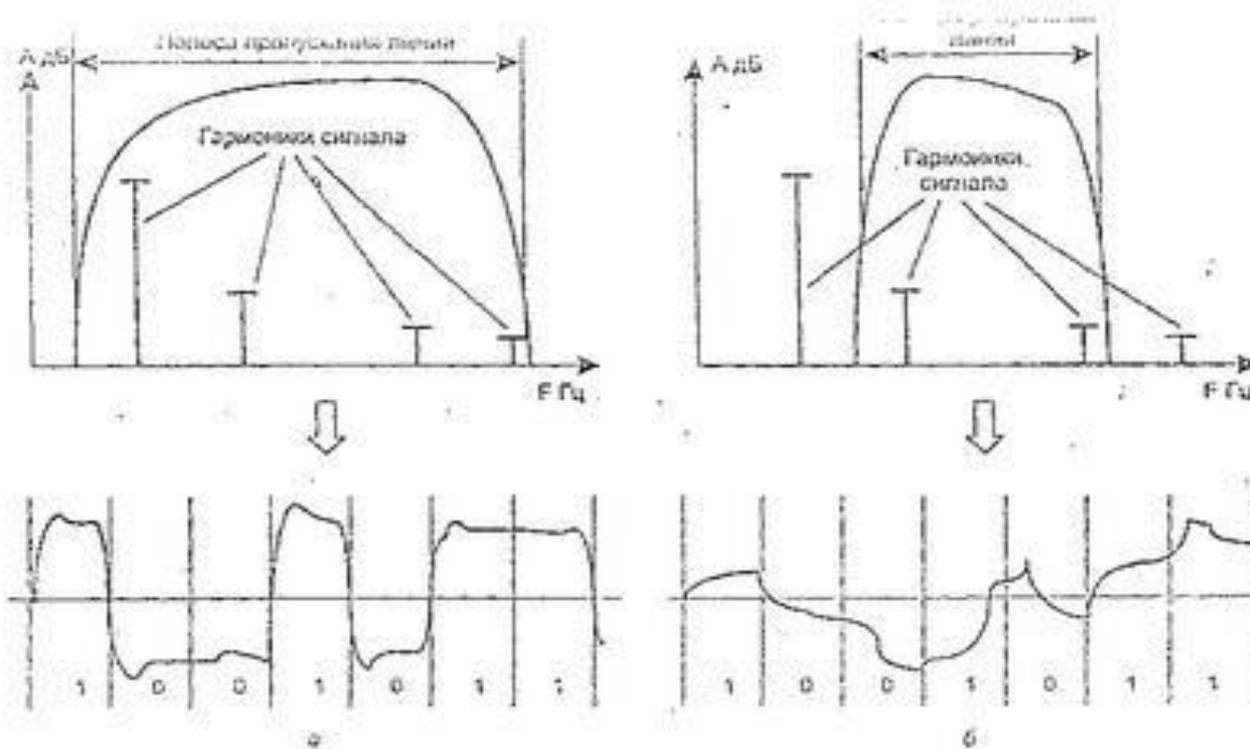
Перекрестные наводки на конце линии

Удельная стоимость

Пропускная способность

Достоверность передачи

Две последние характеристики определяются не только свойствами линий связи, но и способом кодирования данных.



Амплитудно-частотные характеристики

Пропускная способность, как известно из теории, может быть рассчитана по двум формулам:

1 способ по Шеннону

$$C = F \cdot \log_2(1 + P_c/P_{\text{ш}})$$

где **C** – пропускная способность, **F** – ширина полосы пропускания, **P_c** – мощность сигнала, **P_ш** - мощность шума.

2-ой способ по Найквисту

$$C = 2F \cdot \log_2 M,$$

где **C** - пропускная способность, **F** - ширина полосы пропускания, **M** - количество возможных состояний информационного параметра.

Для передачи данных в сетях более интересной в нашем контексте является вторая формула. Например, в обычной ситуации передачи дискретного двоичного сигнала в каждом битовом интервале передается информационный 0 или 1. (**M=2**) А если взять **M=4**, то логарифм равен 2 и теоретическая пропускная способность повышается в 2 раза. Поэтому в современных технологиях применяются различные кодировки исходного двоичного сигнала для увеличения пропускной способности в линиях связи путем увеличения величины **M**.

Цифровое кодирование.

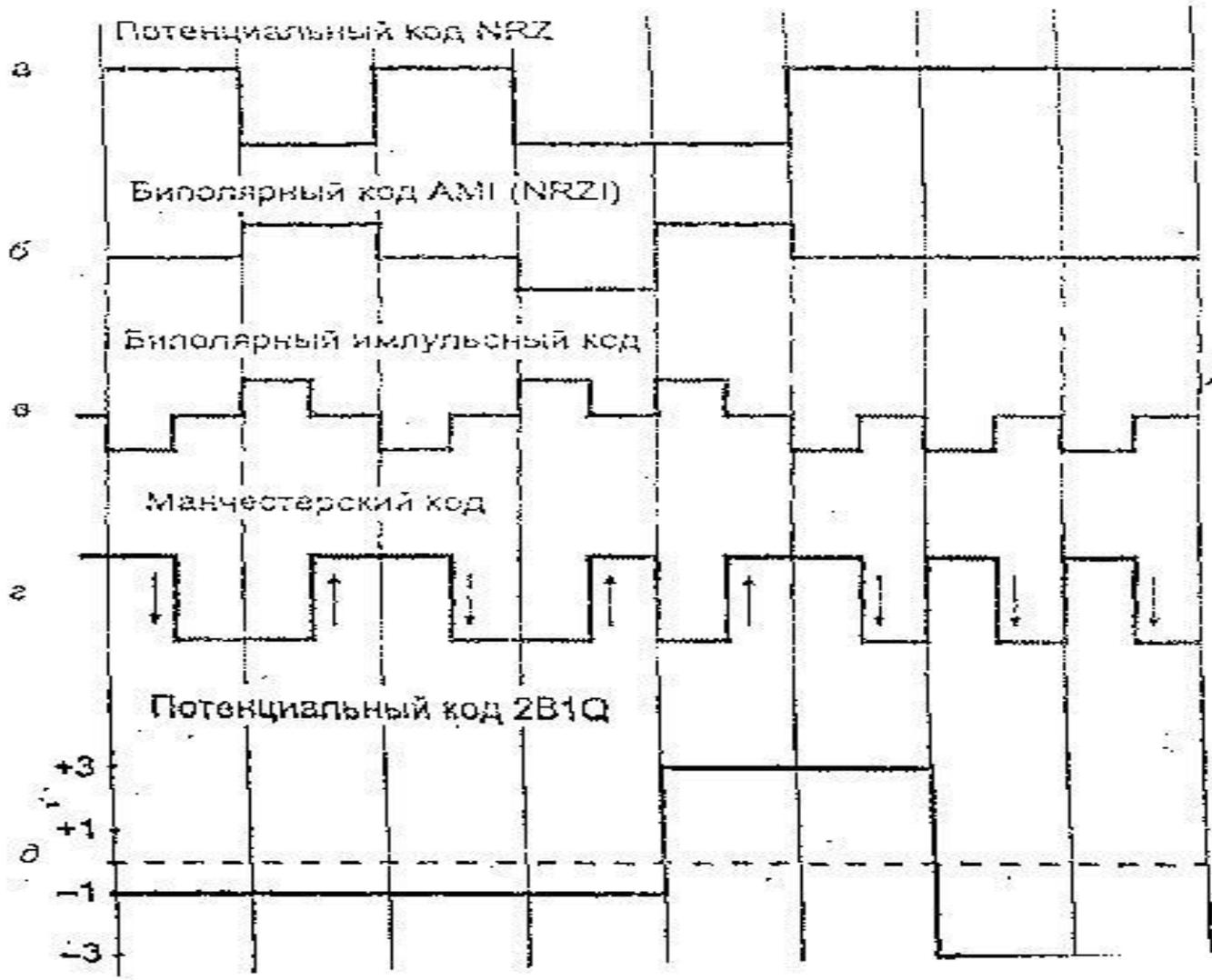
Используют потенциальный и импульсный коды. К методам кодирования предъявляются следующие требования:

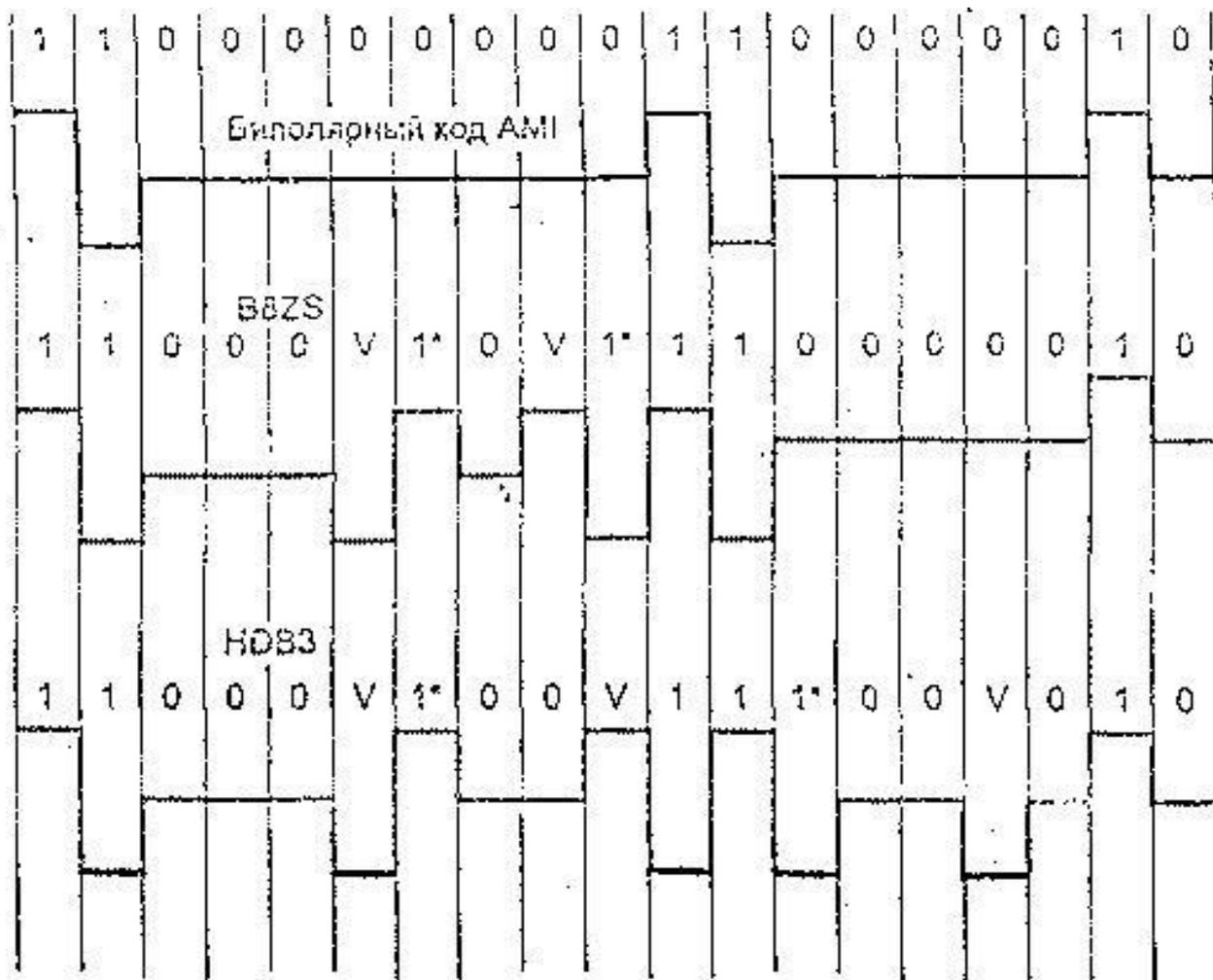
Наличие минимальной ширины спектра результирующего сигнала

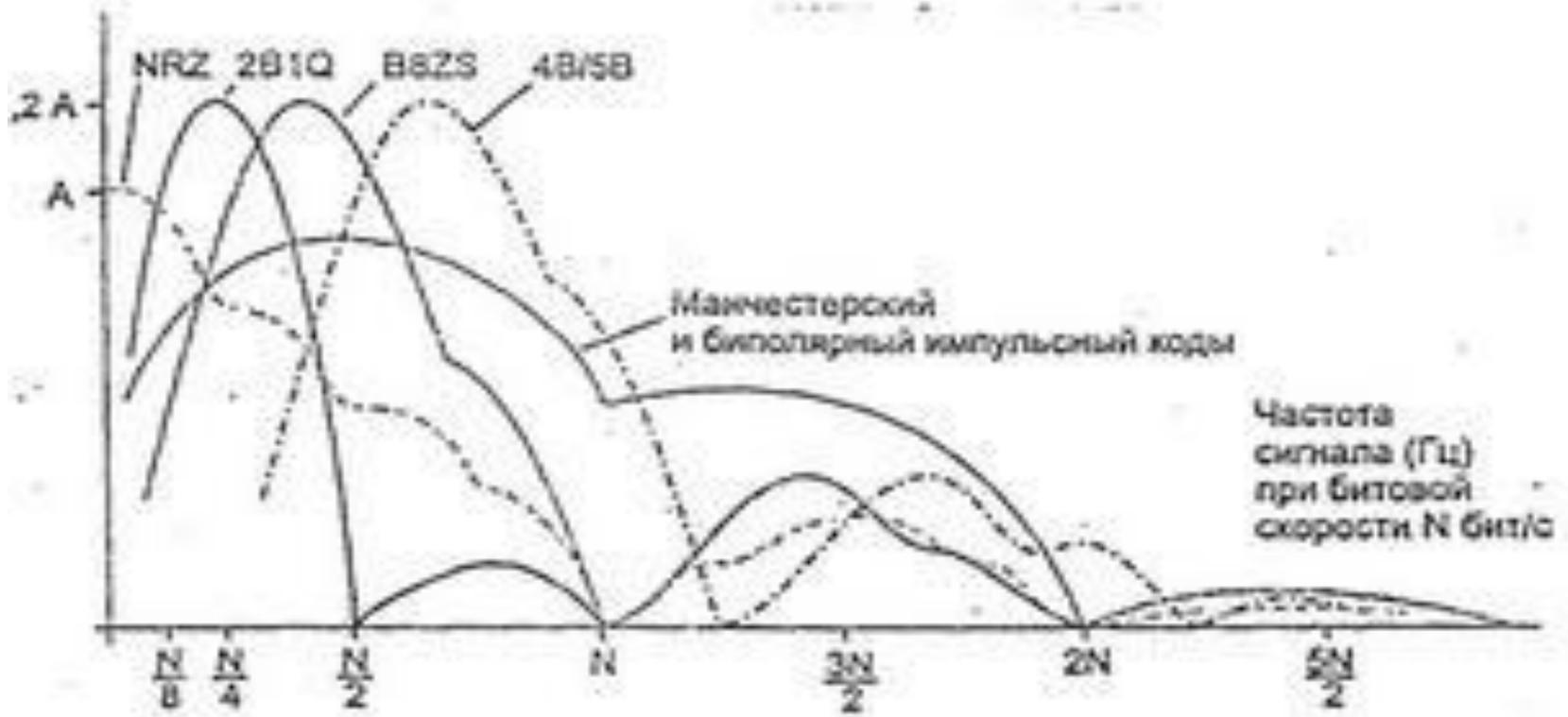
Синхронизация пары приемник – передатчик

Способность распознавать и по возможности исправлять ошибки

Минимальная стоимость реализации







При использовании логических кодов в тех или иных сетевых технологиях следует учитывать их спектральное распределение.

Для различных технологий передачи данных требуются линии связи с разными полосами пропускания. Например, для передачи голоса (телефонного разговора) удовлетворительной является линия связи с диапазоном от 300Гц до 3400Гц. Как известно, любой сигнал можно математически и физически разложить на частотные гармоники, используя формулу ряда Фурье. Если гармоники сигнала лежат внутри полосы пропускания линии связи, то практически на выходе линии сигнал не искажается и правильно опознается.

Кодирование аналоговых сигналов.

Преобразование ЦАП – АЦП производится в соответствии с теорией отображения Найквиста – Котельникова. Частота дискретизации аналогового сигнала должна быть в 2 раза или более превышать самую высокую гармонику аналогового сигнала. В этом случае на приемном конце линии возможно восстановление исходного сигнала. Так как вероятность ошибок дискретного сигнала меньше, чем «утери» спектральных составляющих исходного, а существующие методы позволяют восстанавливать правильную битовую последовательность, то налицо преимущество цифровой аудио- и видеозаписи и цифрового телевидения.

Для преобразования аналоговой информации в дискретную используется метод импульсно-кодовой модуляции ИКМ (Puls Code Modulation, PCM).



В стандартной аналоговой телефонии для передачи голоса используется диапазон от 300 до 3400Гц. Исходя из принципа РСМ, частота дискретизации должна быть:

$$F=3400*2=6800\text{Гц}$$

На практике выбирают частоту 8000Гц, т.е. такое количество замеров нужно сделать в единицу времени. В качестве двоичного значения замера выбираются привычные компьютерщикам 8 бит.

Устройство РСМ должно с частотой 8000Гц передавать каждые 8 бит в приемное запоминающее устройство. Отсюда скорость передачи битов в запоминающее устройство должна быть:

$$C=8000\text{Гц}*8\text{бит}=8000\text{сек-1}*8\text{бит}=64000\text{бит*сек-1}=64\text{Кбит/сек}$$

Уплотнение магистральных каналов может производиться двумя способами

Частотное уплотнение – FDM (Frequency Division Multiplexing)

Временное уплотнение - TDM (Time Division Multiplexing)

Частотное уплотнение.

При способе FDM используются 3 уровня уплотнения.

Определяется базовая группа каналов в количестве 12 штук в интервале $f=60 - 108$ КГц, т.е. с интервалом между каналами 4 КГц. На коммутатор подается $n=12$ потоков, где каждый передается на своей частоте $f_1=60$ КГц; $f_2=64$ кгц; $f_3=68$ кгц и т.д. до последней 12-ой частоты.

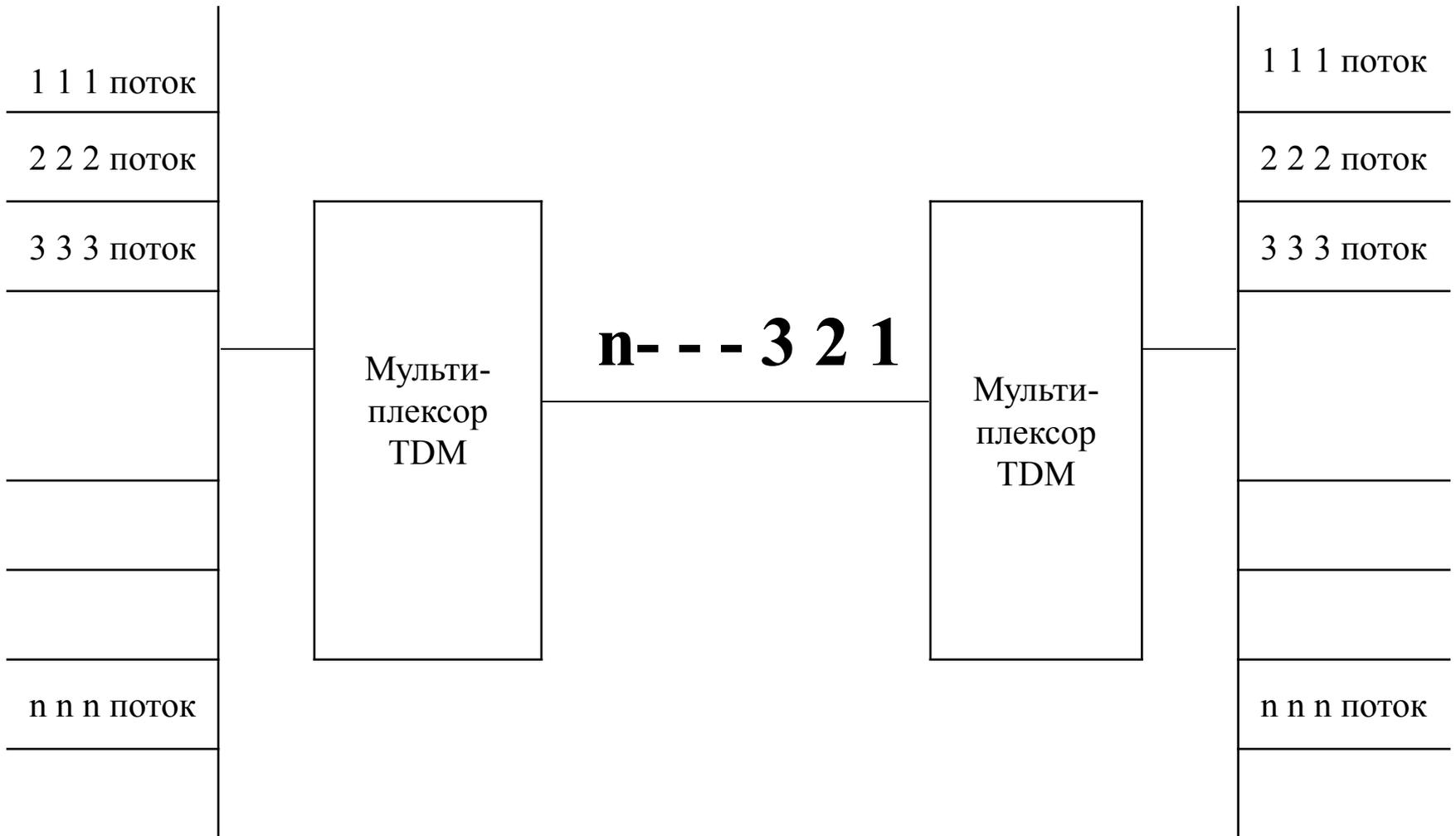
Для второго уровня уплотнения используется 5 базовых групп, поэтому организуется 60 каналов ($5*12$). Диапазон выделяемых частот для этих 60 каналов $f=312-552$ кгц.

Третий уровень использует 10 групп по 60 каналов и для этих 600 каналов выделяется диапазон $f=564 - 3084$ кгц.

Между входными и выходными потоками применяется постоянная коммутация (ручная настройка коммутатора) или динамическая коммутация. В этом случае с помощью служебного сообщения коммутатор выделяет свободный канал (свободную полосу частот).

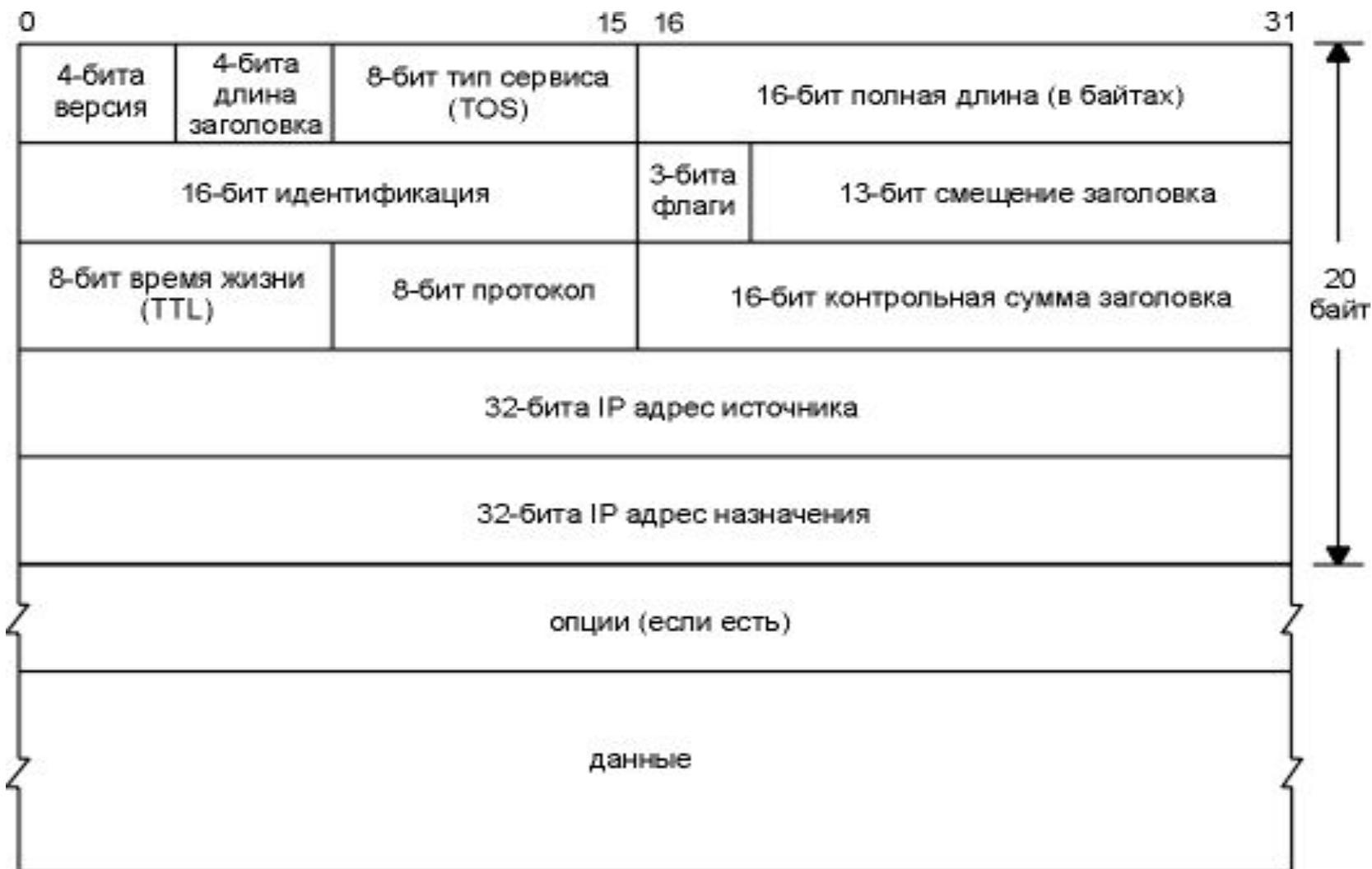
Временное уплотнение. (TDM)

Временное уплотнение каналов используется для передачи нескольких потоков дискретной информации по одной линии связи.

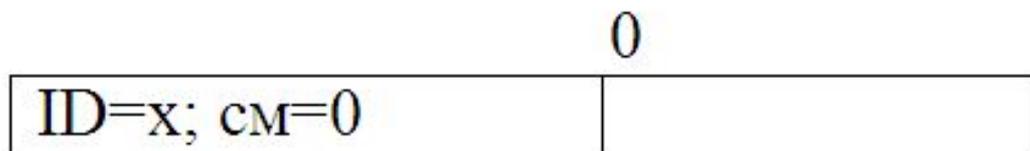
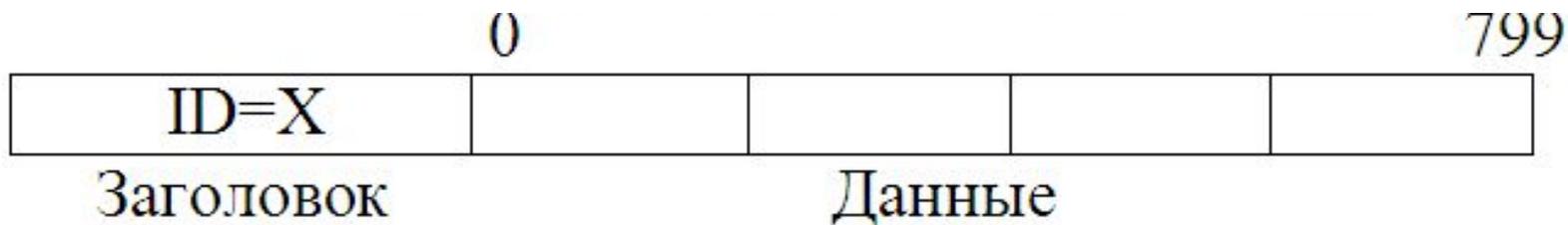


PDH		SONET/SDH		
Уровень	Скорость, Мбит/с	Интерфейс SONET	Уровень SDH	Скорость, Мбит/с
DS1	1,544			
DS2	6,312			
DS3	44,736	STS-1		51,84
DS4	274,176	STS-3	STM-1	155,52
		STS-9		466,56
		STS-12	STM-4	622,08
		STS-18		933,12
		STS-24	STM-8	1244,16
		STS-36	STM-12	1866,24
		STS-48	STM-16	2488,32

Протоколы и сетевые утилиты



Формат IP - заголовок



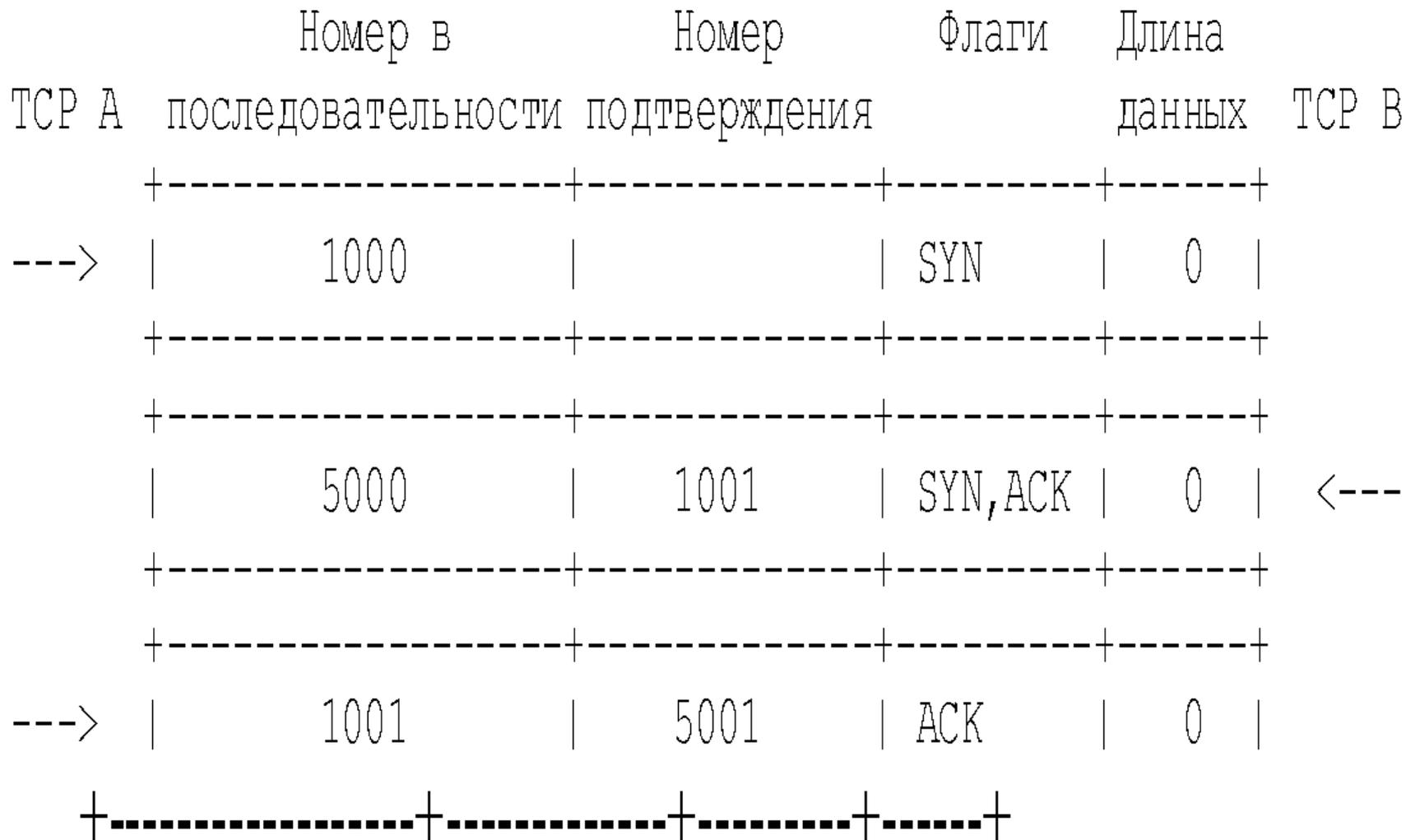
Фрагментация пакетов

Заголовок ТСР-пакета



Служба	Номер порта	Протокол

ftp-data	20	TCP
ftp	21	TCP
telnet	23	TCP
smtp	25	TCP
time	37	TCP
time	37	UDP
finger	79	TCP
portmap	111	TCP
portmap	111	UDP
exec	512	TCP
login	513	TCP
shell	514	TCP
who	513	UDP
talk	517	UDP
route	520	UDP
Xserver	6000	TCP



	Номер в последовательности	Номер подтверждения	Флаги	Длина данных	
ТСР А					ТСР В
---	1001	5001	ACK	50	
	5001	1051	ACK	80	<---
---	1051	5081	ACK	0	

ТСР А	Номер в последовательности	Номер подтверждения	Флаги	Длина данных	ТСР В
---	1051	5081	ACK, FIN	0	
	5081	1052	ACK	0	<---
	5081	1052	ACK	40	<---
---	1052	5121	ACK	0	
	5121	1052	ACK, FIN	0	<---
---	1052	5122	ACK	0	

Формат заголовка UDP-пакета:



Основной набор протоколов стека TCP/IP

Стек TCP/IP охватывает верхние уровни модели OSI, начиная с третьего.

Сетевой уровень.

IP (Internet Protocol) обеспечивает негарантированную доставку пакета от узла к узлу, в работе с нижними уровнями использует ARP и RARP.

ARP (Address Resolution Protocol) динамически преобразует IP-адрес в физический (MAC).

RARP (Reverse ARP), обратный к ARP, преобразует физический адрес в IP-адрес.

ICMP (Internet Control Message Protocol) управляет передачей управляющих и диагностических сообщений между шлюзами, маршрутизаторами и хостами, определяет доступность к ответу абонентов, работоспособность маршрутизаторов и т.д. Сообщения передаются с помощью IP-датаграмм.

IGMP (Internet Group Management Protocol), позволяет формировать списки групп многоадресного вещания

Транспортный уровень

UDP (User Datagram Protocol) обеспечивает негарантированную доставку датаграмм без установления логического соединения.

TCP (Transmission Control Protocol) обеспечивает гарантированный поток данных между клиентами установившими логическое соединение.

Уровень представления данных и прикладной уровень.

TelNet – обеспечивает работу удаленного терминала.

FTP (File Transfer Protocol) – протокол передачи файлов на основе TCP

TFTP (Trivial FTP) – простейший протокол передачи файлов на основе UDP.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – протокол передачи электронной почты.

POP2, POP3 – протоколы передачи электронной почты

RIP (Routing Information Protocol) – протокол обмена трассировочной информацией между маршрутизаторами, обеспечивающий динамическую маршрутизацию путем составления таблиц маршрутизации.

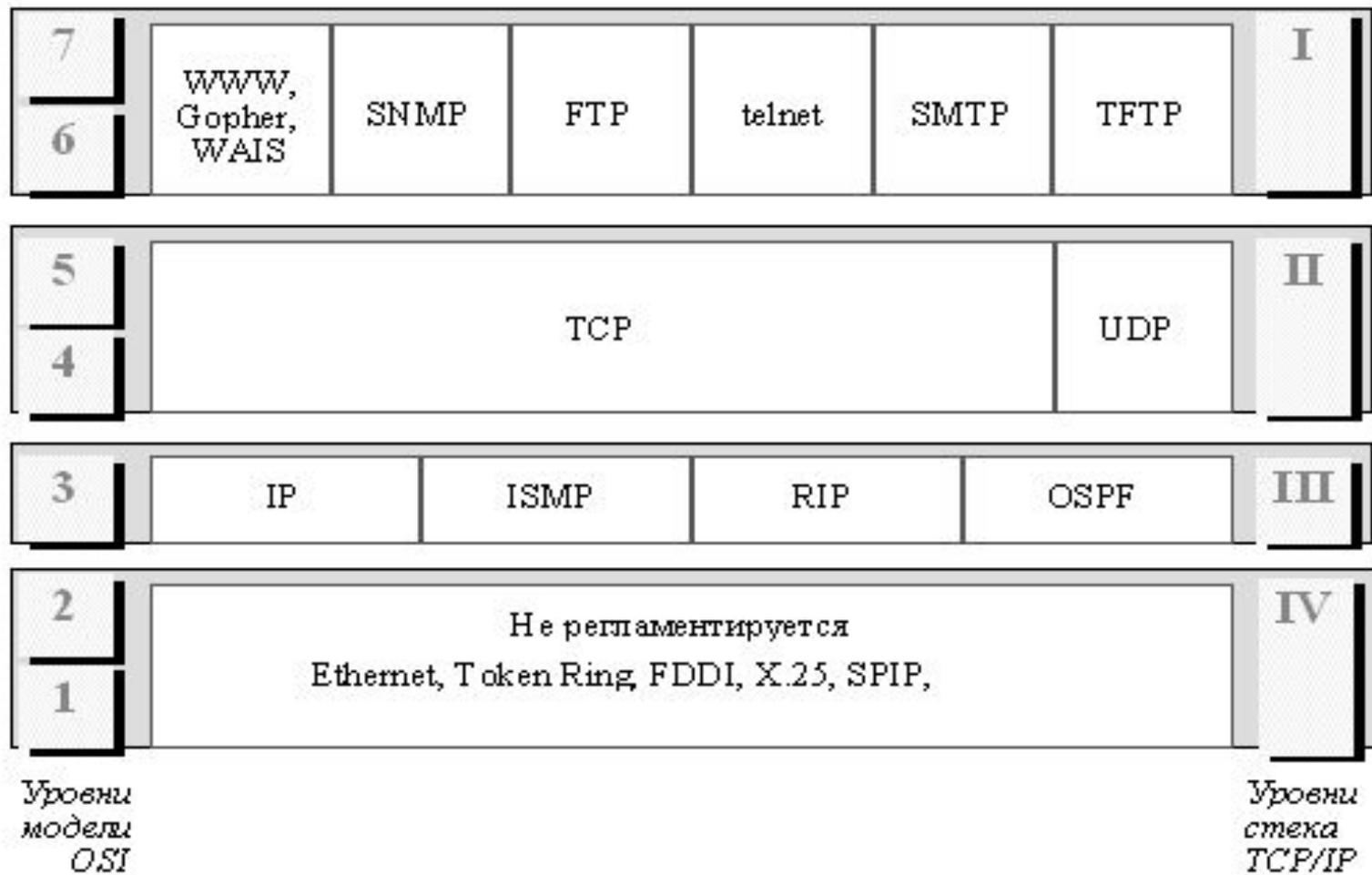
OSPF (Open Shortest Path First) – протокол распространения маршрутной информации между маршрутизаторами.

DNS (Domain Name System) – система обеспечения преобразования символических имен узлов в IP-адреса.

SNMP (Simple Network Management Protocol) – простой протокол управления сетевыми ресурсами.

RPC (Remote Procedure Call) – протокол запуска процессов на удаленном компьютере.

Кроме перечисленных в стек входят и другие протоколы. Их состав постоянно расширяется.



Стек протоколов TCP/IP

Маршрутизация в сетях.

Маршрутизация может осуществляться статическим либо динамическим способом. Маршрутизацию выполняют специальные маршрутизаторы сети. Маршрутизация осуществляется на основе таблицы маршрутов. В таблице указывается IP –адрес следующего узла (next hop) в пути следования пакета (датаграммы). Указанный узел может быть конечным или промежуточным, т. е. каждый маршрутизатор находит только следующий узел маршрута.

В общем виде таблица содержит:

адрес сети назначения

адрес следующего маршрутизатора

дополнительные сведения.

Протоколы маршрутизации можно классифицировать по следующим признакам:

по области охвата

внутренние (interior)

внешние (exterior)

пограничные (border)

по алгоритму работы

протоколы векторов расстояний (distance vector protocols)

протоколы состояния связей (link state protocols)

I Pv4 таблица маршрута

Список интерфейсов

```
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ... 7a 79 05 38 43 3f ..... Hnachi Network Interface
0x10004 ... 44 45 53 54 4f 53 ..... Kerio Virtual Network Adapter
0x10005 ... 00 02 b3 89 31 03 ..... Intel (R) PRO/100 S
```

Активные маршруты

Сетевой адрес	Маска сети	Адрес шлюза	Интерфейс	Метрика
0. 0. 0. 0	0. 0. 0. 0	192. 168. 8. 33	192. 168. 8. 30	20
5. 0. 0. 0	255. 0. 0. 0	5. 56. 67. 63	5. 56. 67. 63	20
5. 56. 67. 63	255. 255. 255. 255	127. 0. 0. 1	127. 0. 0. 1	20
5. 255. 255. 255	255. 255. 255. 255	5. 56. 67. 63	5. 56. 67. 63	20
10. 253. 232. 2	255. 255. 255. 255	192. 168. 8. 133	192. 168. 8. 30	1
127. 0. 0. 0	255. 0. 0. 0	127. 0. 0. 1	127. 0. 0. 1	1
169. 254. 0. 0	255. 255. 0. 0	169. 254. 146. 14	169. 254. 146. 14	20
169. 254. 146. 14	255. 255. 255. 255	127. 0. 0. 1	127. 0. 0. 1	20
169. 254. 255. 255	255. 255. 255. 255	169. 254. 146. 14	169. 254. 146. 14	20
192. 168. 8. 0	255. 255. 255. 0	192. 168. 8. 30	192. 168. 8. 30	20
192. 168. 8. 30	255. 255. 255. 255	127. 0. 0. 1	127. 0. 0. 1	20
192. 168. 8. 255	255. 255. 255. 255	192. 168. 8. 30	192. 168. 8. 30	20
224. 0. 0. 0	240. 0. 0. 0	5. 56. 67. 63	5. 56. 67. 63	20
224. 0. 0. 0	240. 0. 0. 0	169. 254. 146. 14	169. 254. 146. 14	20
224. 0. 0. 0	240. 0. 0. 0	192. 168. 8. 30	192. 168. 8. 30	20
255. 255. 255. 255	255. 255. 255. 255	5. 56. 67. 63	5. 56. 67. 63	1
255. 255. 255. 255	255. 255. 255. 255	169. 254. 146. 14	169. 254. 146. 14	1
255. 255. 255. 255	255. 255. 255. 255	192. 168. 8. 30	192. 168. 8. 30	1

Основной шлюз:

192. 168. 8. 33

Таблица маршрутизации

В начале таблицы указаны адреса физических интерфейсов.

1-й интерфейс – Loop back – интерфейс проверки наличия протоколов TCP/IP.

2-й, 3-й и 4-й указывают физические адреса в 16-тиричном виде, MAC-адреса сетевых карт размером в 6 байт.

В первой колонке отмечены адреса сетей:

- ✓ IP=5.0.0.0
- ✓ IP=169.254.0.0
- ✓ IP=192.168.8.0

Во второй колонке указаны соответствующие маски этих сетей.

В четвертой колонке указаны адреса интерфейсов, для выхода в указанную сеть:

- ✓ IP=5.56.67.63
- ✓ IP=169.254.146.14
- ✓ IP=192.168.8.30

В третьей колонке указаны адреса направлений (шлюзов), куда направляются пакеты, уходящие с интерфейсов, указанных в четвертой колонке.

Остальные адреса в первой колонке относятся к особым IP –адресам, регламентируемым комитетами управления Internet.

Таким образом, для правильного понимания таблицы маршрутизации протокола RIP , а также и других протоколов необходимо иметь точное представление об IP-адресах сетевого уровня.

Коммутация в сетях

Технологии коммутации

Коммутация 2-го уровня

Коммутаторы обычно работают на канальном уровне модели OSI. Они анализируют входящие кадры, принимают решение об их дальнейшей передаче на основе MAC - адресов, и передают кадры пунктам назначения. Основное преимущество коммутаторов – прозрачность для протоколов верхнего уровня. Т.к. коммутатор функционирует на 2-м уровне, ему нет необходимости анализировать информацию верхних уровней модели OSI.

Коммутация 2-го уровня – аппаратная. Передача кадра в коммутаторе обрабатывается специализированным контроллером, называемым Application-Specific Integrated Circuits (ASIC). Эта технология, разработанная для коммутаторов, позволяет поддерживать гигабитные скорости с небольшой задержкой.

Коммутация 3-го уровня

Коммутация 3-го уровня – это аппаратная маршрутизация, где передача пакетов обрабатывается контроллерами ASICs. В отличие от коммутаторов 2-го уровня, коммутаторы 3-го уровня принимают решения на основе информации сетевого уровня, а не на основе MAC - адресов. Основная цель коммутации 3-го уровня – получить скорость коммутации 2-го уровня и масштабируемость маршрутизации. Обработку пакетов коммутатор 3-го уровня выполняет таким же образом, как и маршрутизатор:

- ✓ на основе информации 3-го уровня (сетевых адресов) определяет путь к месту назначения пакета
- ✓ проверяет целостность заголовка 3-го уровня, вычисляя контрольную сумму
- ✓ проверяет время жизни пакета
- ✓ обрабатывает и отвечает на любую дополнительную информацию
- ✓ обновляет статистику в Информационной базе управления (Management Information Base -MIB)
- ✓ обеспечивает управление безопасностью (если необходимо)
- ✓ обеспечивает необходимое качество сервиса (QoS) для мультимедийных приложений чувствительных к задержкам передачи

Основными показателями коммутатора, характеризующими его производительность, являются:

- ✓ скорость фильтрации кадров;
- ✓ скорость продвижения кадров;
- ✓ пропускная способность;
- ✓ задержка передачи кадра.

Кроме того, существует несколько характеристик коммутатора, которые в наибольшей степени влияют на указанные характеристики производительности. К ним относятся:

- ✓ тип коммутации - «на лету» или с промежуточным хранением;
- ✓ размер буфера (буферов) кадров;
- ✓ производительность внутренней шины;
- ✓ производительность процессора или процессоров;
- ✓ размер внутренней адресной таблицы.



Коммутатор уровня
ядра

Коммутатор уровня
распределения

Коммутатор уровня
распределения

Коммутатор уровня
распределения

Коммутаторы
уровня доступа

Коммутаторы
уровня доступа

Коммутаторы
уровня доступа