

Сети связи



Тема № 2:

Анализ и синтез пакетных
сетей по показателям
качества

Занятие № 12:
Анализ сетей Ethernet

Вид занятия: практическое

1. Обучение основам анализа технологии Ethernet (ВПК-9, ВПК-21, ВПК-37).
2. Исследование производительности сети Ethernet (ВПК-9, ВПК-21, ВПК-37).
3. Способствование формированию способности решать задачи анализа и синтеза систем распределения информации с использованием современных методов (ВПК-9, ВПК-21, ВПК-37).
4. Способствование формированию способности проводить сбор, обработку, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в сфере профессиональной деятельности, систематизировать и обобщать полученную информацию (ВПК-9, ВПК-21, ВПК-37).

Основа

Основы построения
инфокоммуникационных
систем и сетей

Теория телетрафика

Средства и комплексы сетей
связи

Сети связи и системы
коммутации

Сигнализация в сетях связи

Сети
СВЯЗИ

Применение

○ **Дипломное
проектирование**

○ **Учебно-
производственная
практика**

1. **Таненбаум Э.** Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – 960 с. С. 281–325.

2. **Олифер В. Г.** Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Учебник для вузов. / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 4-е изд. – СПб. : Питер, 2010. – 944 с. С. 353–370, 402–446.

3. **Sadiku M. N. O.** Performance Analysis of Computer Networks / Matthew N.O. Sadiku, Sarhan M. Musa. – Switzerland : Springer, 2013. – 279 p. P. 183–193.

1

Анализ классического Ethernet

2

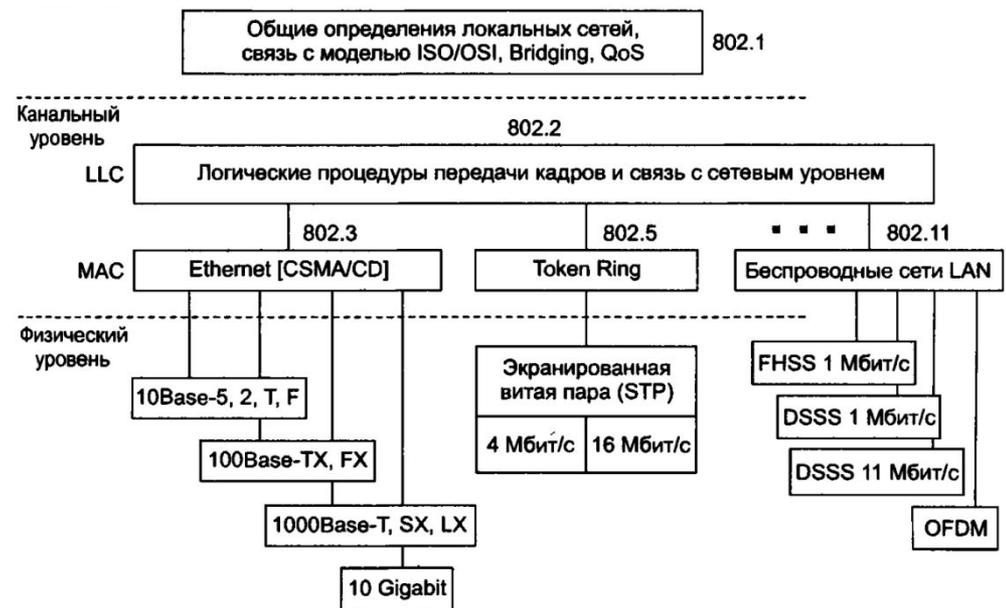
Анализ коммутируемого Ethernet

Основными функциями уровня MAC являются:

- обеспечение доступа к разделяемой среде;
- передача кадров между конечными узлами посредством функций и устройств физического уровня.

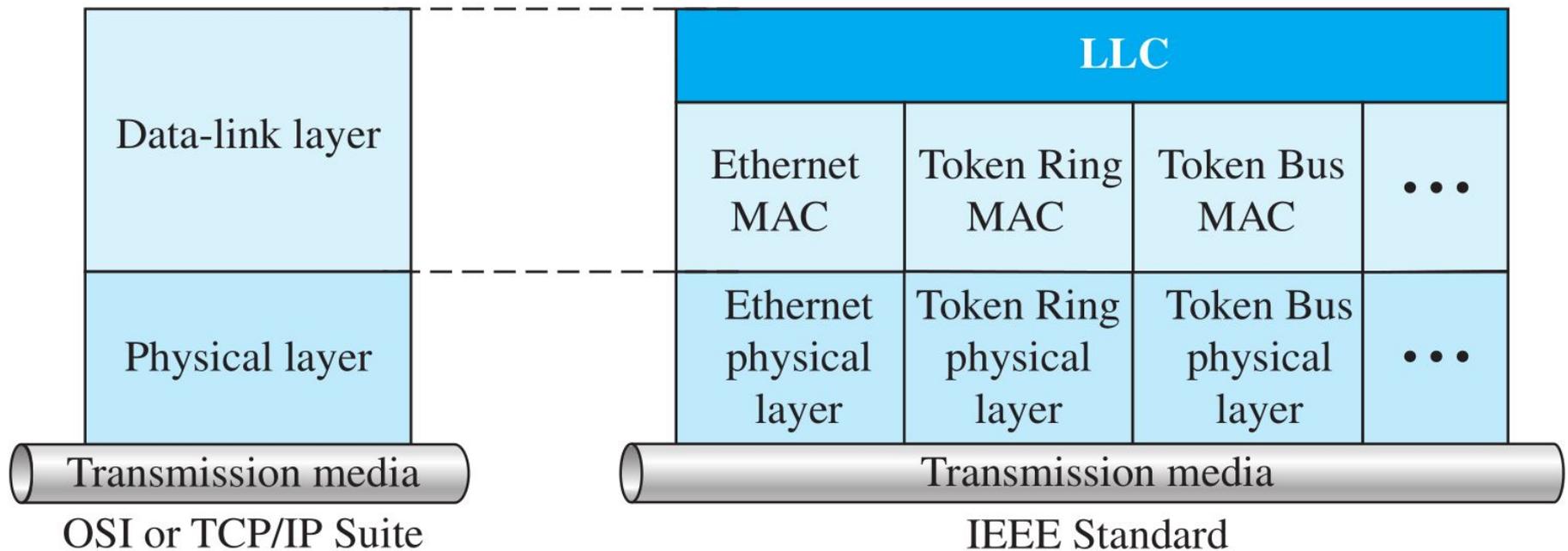
Уровень LLC представляет собой обобщение функций разных технологий по обеспечению передачи кадра с различными требованиями к надежности. Логика образования общего для всех технологий уровня LLC заключается в следующем: после того как узел сети получил доступ к среде в соответствии с алгоритмом, специфическим для конкретной технологии, дальнейшие действия узла или узлов по обеспечению надежной передачи кадров от технологии не зависят.

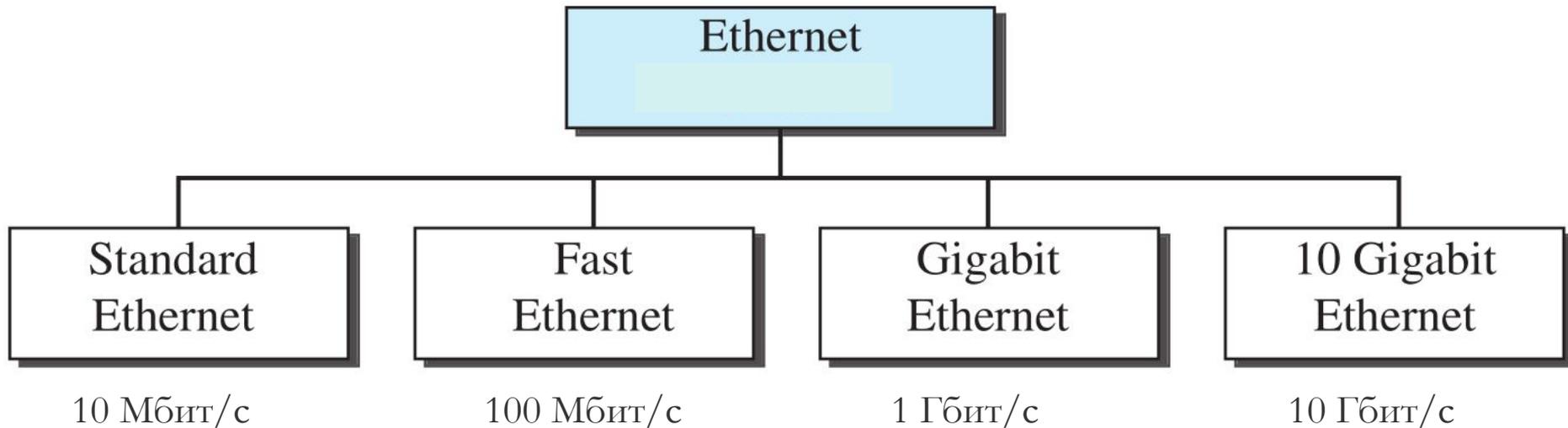
Структура стандартов IEEE 802



LLC: Logical link control

MAC: Media access control

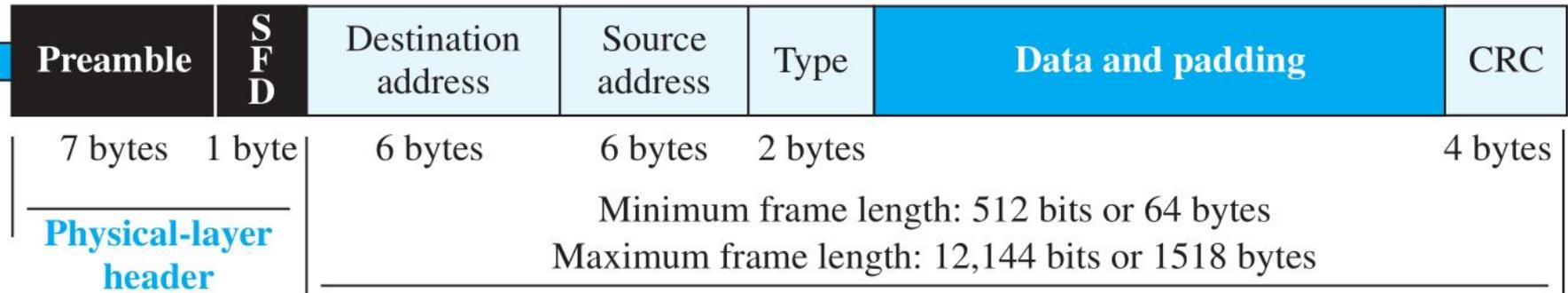




Preamble: 56 bits of alternating 1s and 0s

SFD: Start frame delimiter, flag (10101011)

Minimum payload length: 46 bytes
Maximum payload length: 1500 bytes



MAC адрес Ethernet

• 4A:56:85:98:12:1B

Шестнадцатеричный

47

20

1B

2E

08

EE

Двоичный

01000111

00100000

00011011

00101110

00001000

11101110

Передача

11100010

00000100

11011000

01110100

00010000

01110111

Unicast: 0 Multicast: 1



Byte 1



Byte 2

...



Byte 6

Тип MAC адреса Ethernet

- 4A:56:85:98:12:1B
- 47:25:1B:3E:06:EA
- FF:FF:FF:FF:FF:FF

A

1010

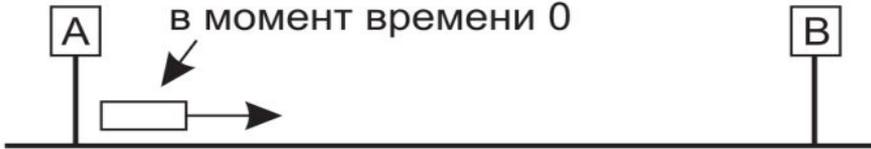
7

0111

F

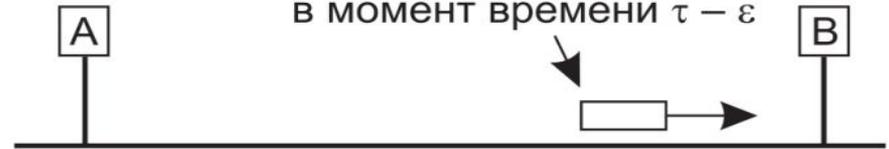
1111

Пакет посылается
в момент времени 0



a

Пакет достиг станции B
в момент времени $\tau - \varepsilon$



б

Коллизия в момент
времени τ



в

Шумовой сигнал
в момент времени 2τ



г

Для предотвращения ошибок
подтверждения успешности передачи

Минимальное время передачи одного
кадра должно составлять в худшем
случае примерно 50 мкс

Длина кадра должна быть такой,

Минимальный размер кадра должен
быть равен 500 бит

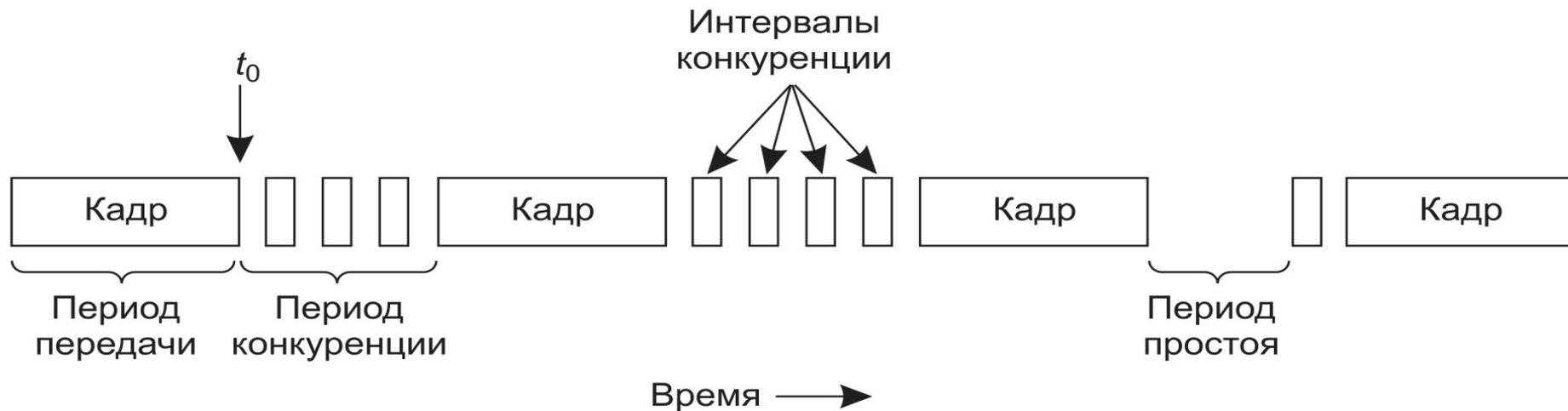
- все кадры должны иметь такую длину, чтобы время их передачи было больше 2τ .

- для локальной сети со скоростью передачи 10 Мбит/с при максимальной длине кабеля в 2500 м и наличии четырех повторителей (требование спецификации 802.3).

- чтобы время передачи было по крайней мере не меньше этого минимума.

- При скорости 10 Мбит/с на передачу одного бита тратится 100 нс, значит, минимальный

Экспоненциальный двоичный алгоритм выдержки (binary exponential backoff)

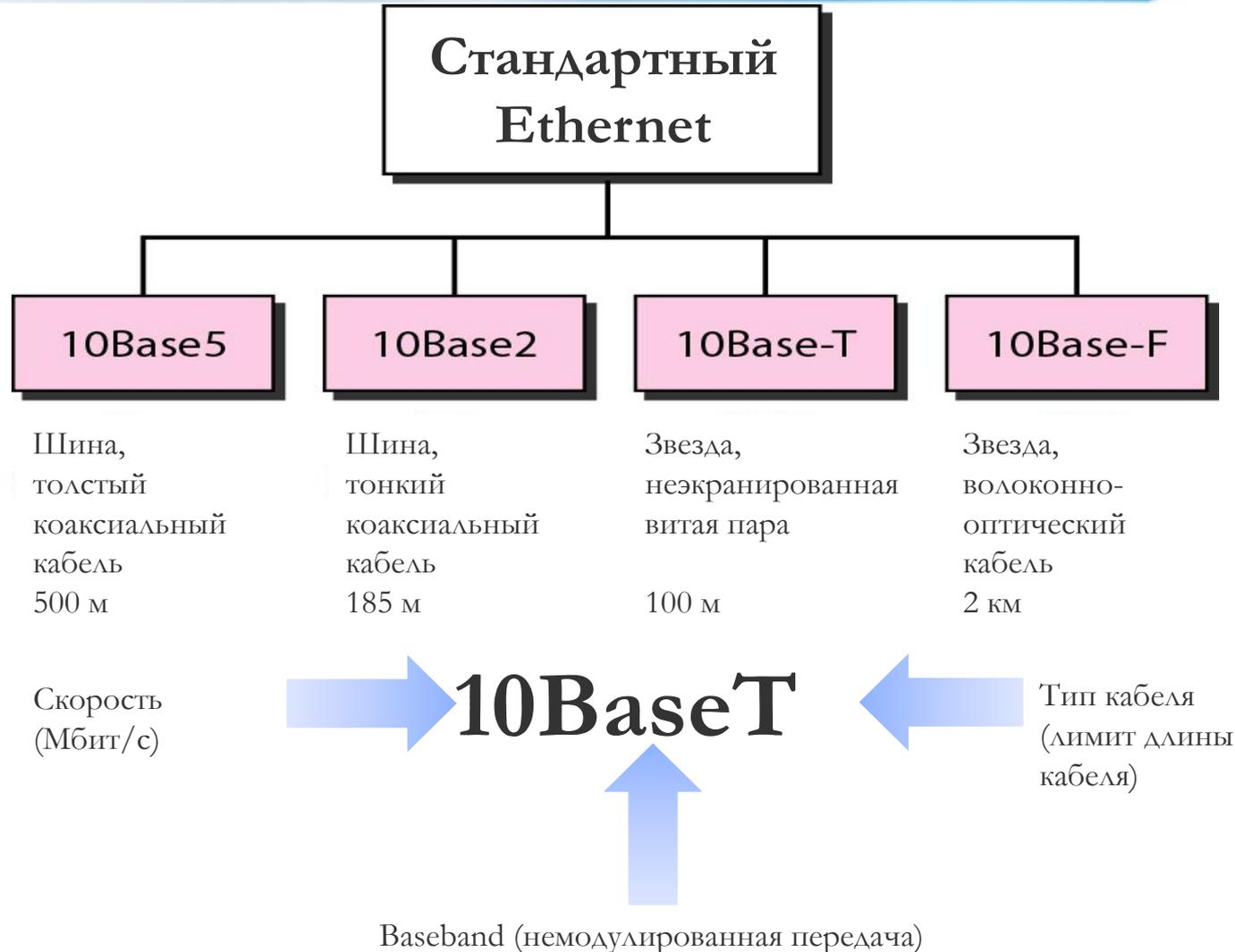


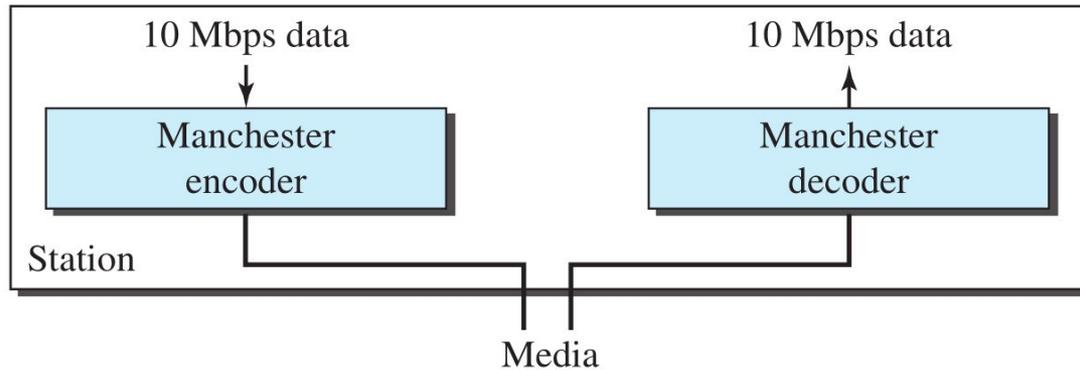
После i столкновений случайный номер выбирается в диапазоне от 0 до $2^i - 1$, и это количество интервалов станция пропускает.

Однако после 10 столкновений подряд интервал рандомизации фиксируется на отметке 1023.

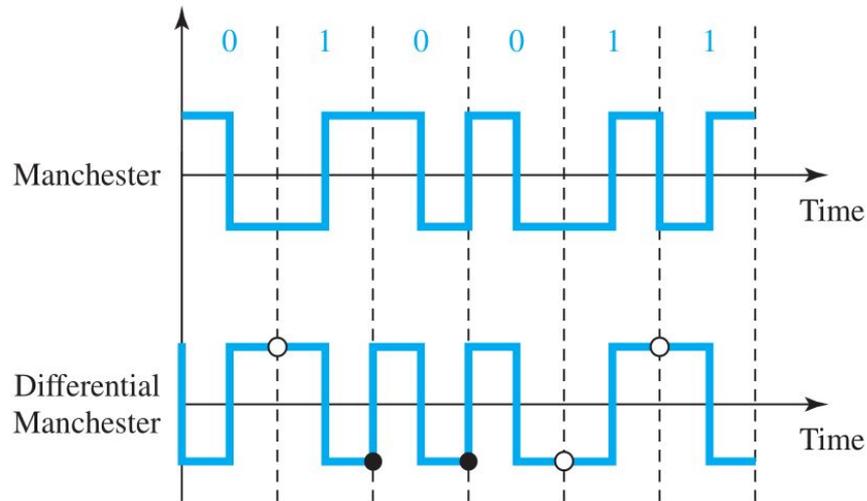
После 16 столкновений подряд контроллер признает свое поражение и возвращает компьютеру ошибку.

Дальнейшим восстановлением занимаются более высокие уровни.

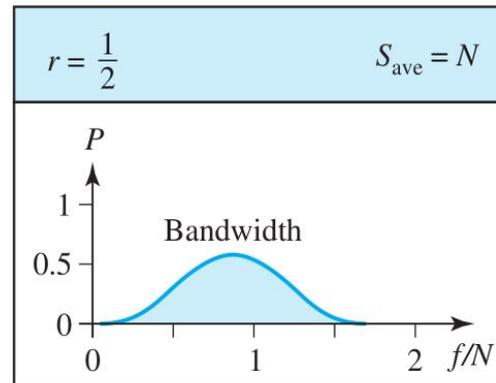


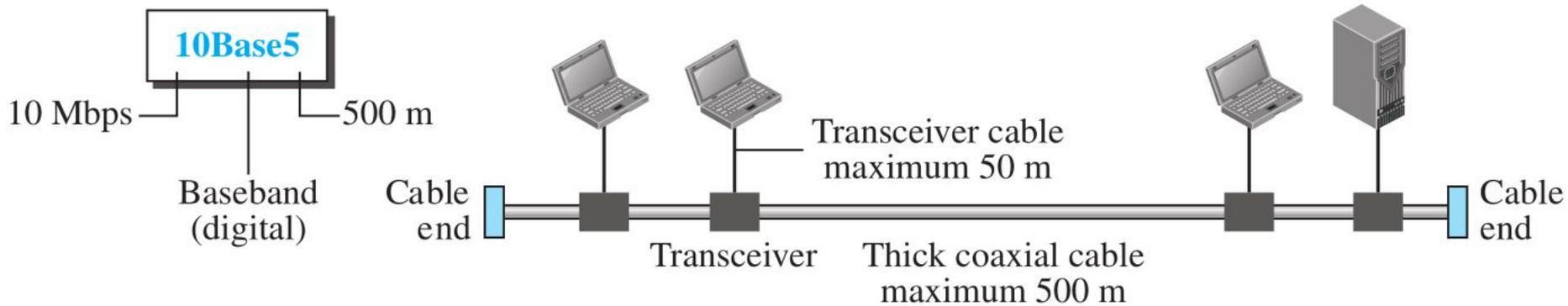


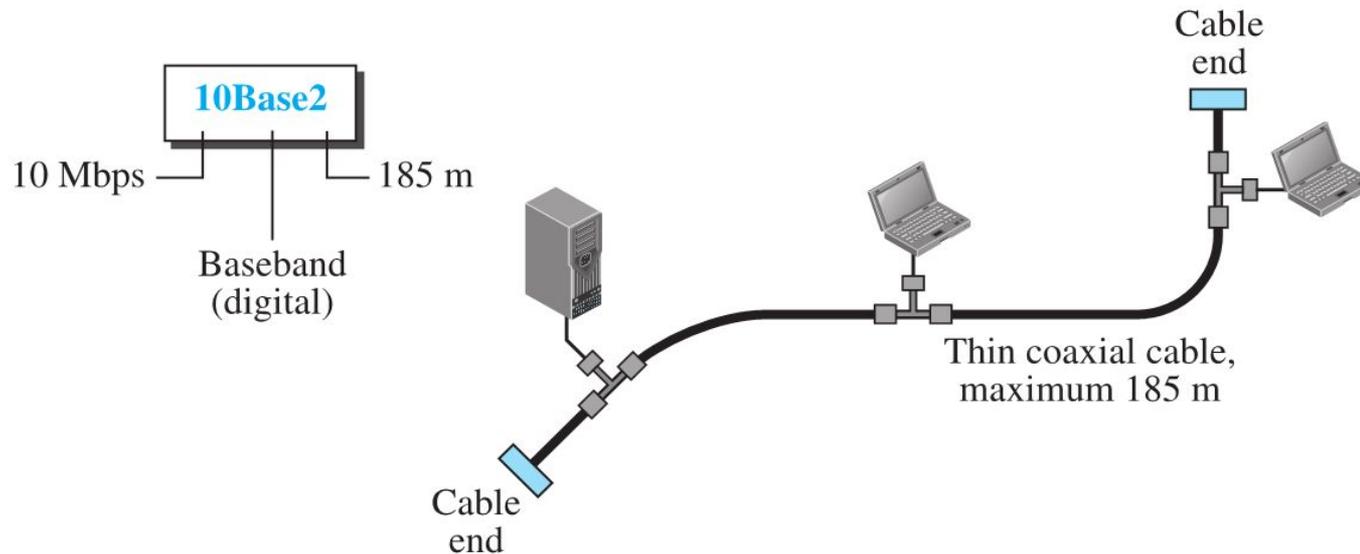
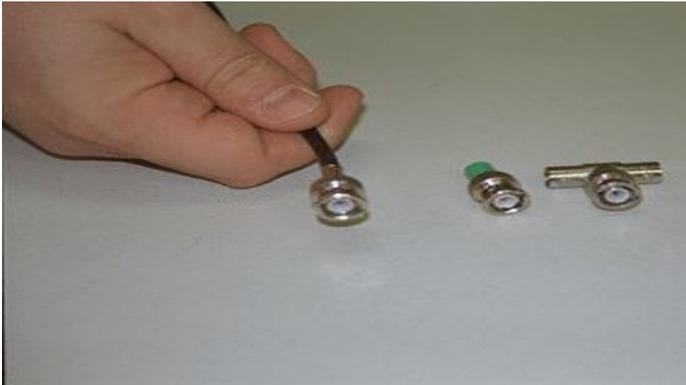
0 is 1 is



○ No inversion: Next bit is 1 ● Inversion: Next bit is 0

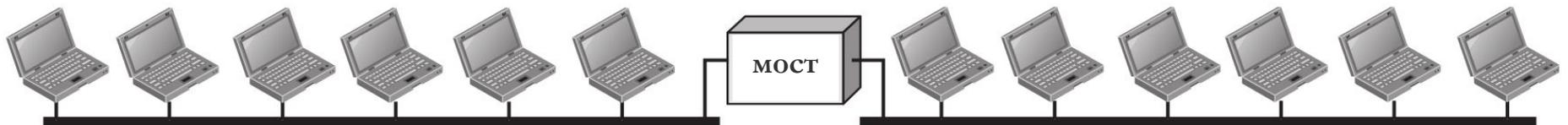








объединение подсетей без помощи мостов



объединение подсетей с помощью мостов

Средняя задержка передачи кадров:

- где t_p – задержка распространения в шине; t_{s1} и t_{s2} – первый и второй момент времени обслуживания кадра соответственно; t_{s0} – среднее время распространения от источника к получателю; L – преобразование Лапласа распределения времени обслуживания кадра.

Средняя время обслуживания кадра:

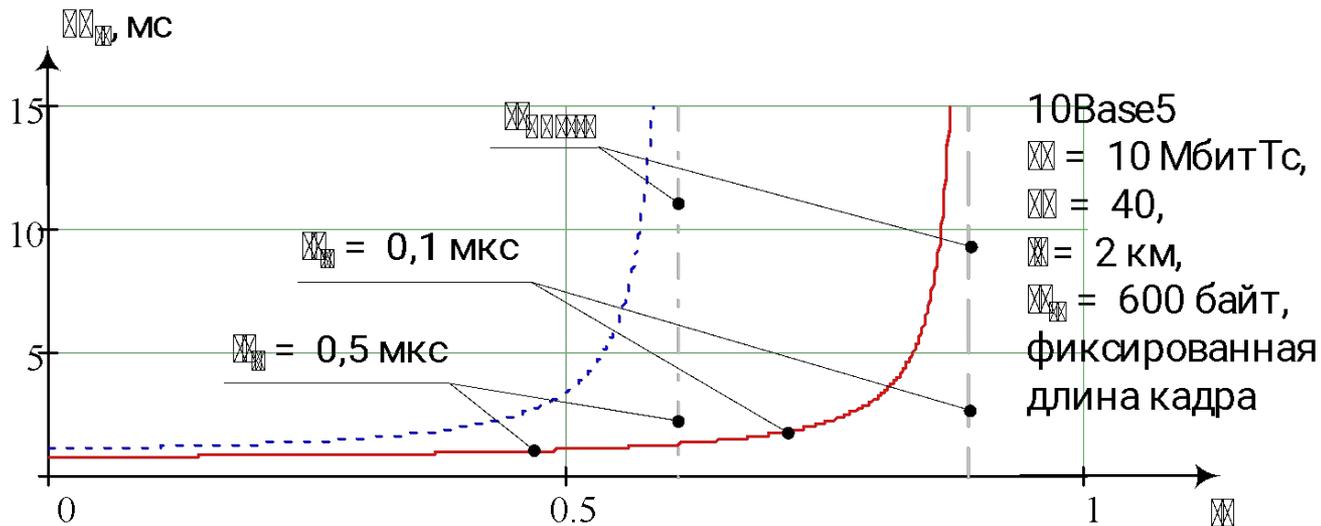
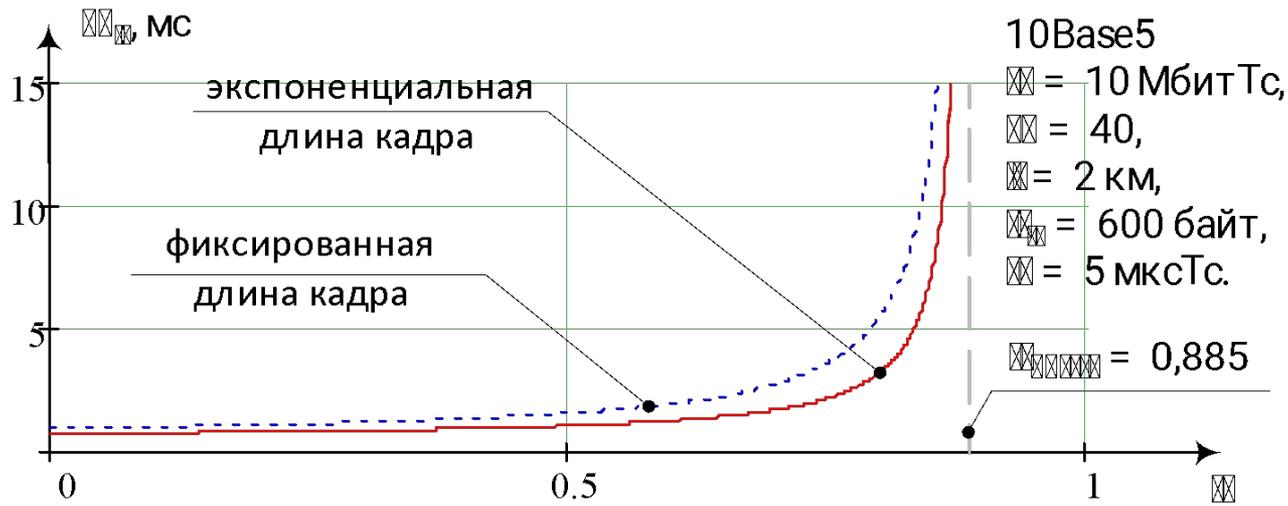
- где L – средняя длина кадра; ρ – интенсивность поступающей нагрузки.

Для пакетов постоянной длины:

Для пакетов экспоненциальной длины:

Средняя задержка стремится к бесконечности при достижении интенсивности поступающей нагрузки максимального значения:

При стремлении интенсивности поступающей нагрузки к нулю средняя задержка приближается к минимальному значению:



Задача 1.

- Сеть Ethernet 10Base5 объединяет 40 станций кабелем длиной 2 км. Для фиксированной длины сообщений величиной 600 байт необходимо вычислить среднюю задержку передачи кадра, скорость и интенсивность обслуженного потока кадров. Предполагается, что задержка распространения составляет 5 мкс/км, а интенсивность поступающего потока от одной станции 44 кадр/с.

Дано:

Найти:

Средняя

длина
передава
емого

•

Среднее

время
обслужив
ания

•

Интенсив

ность
поступаю
щего

•

Среднее

время
обслужив
ания

•

Интенсив
ность
поступаю
щей

•

нагрузки.

Задержка распространения:

Второй момент и преобразование
Лапласа времени передачи кадра
для постоянной длины кадра:

Средняя
задержка
передачи
кадра:

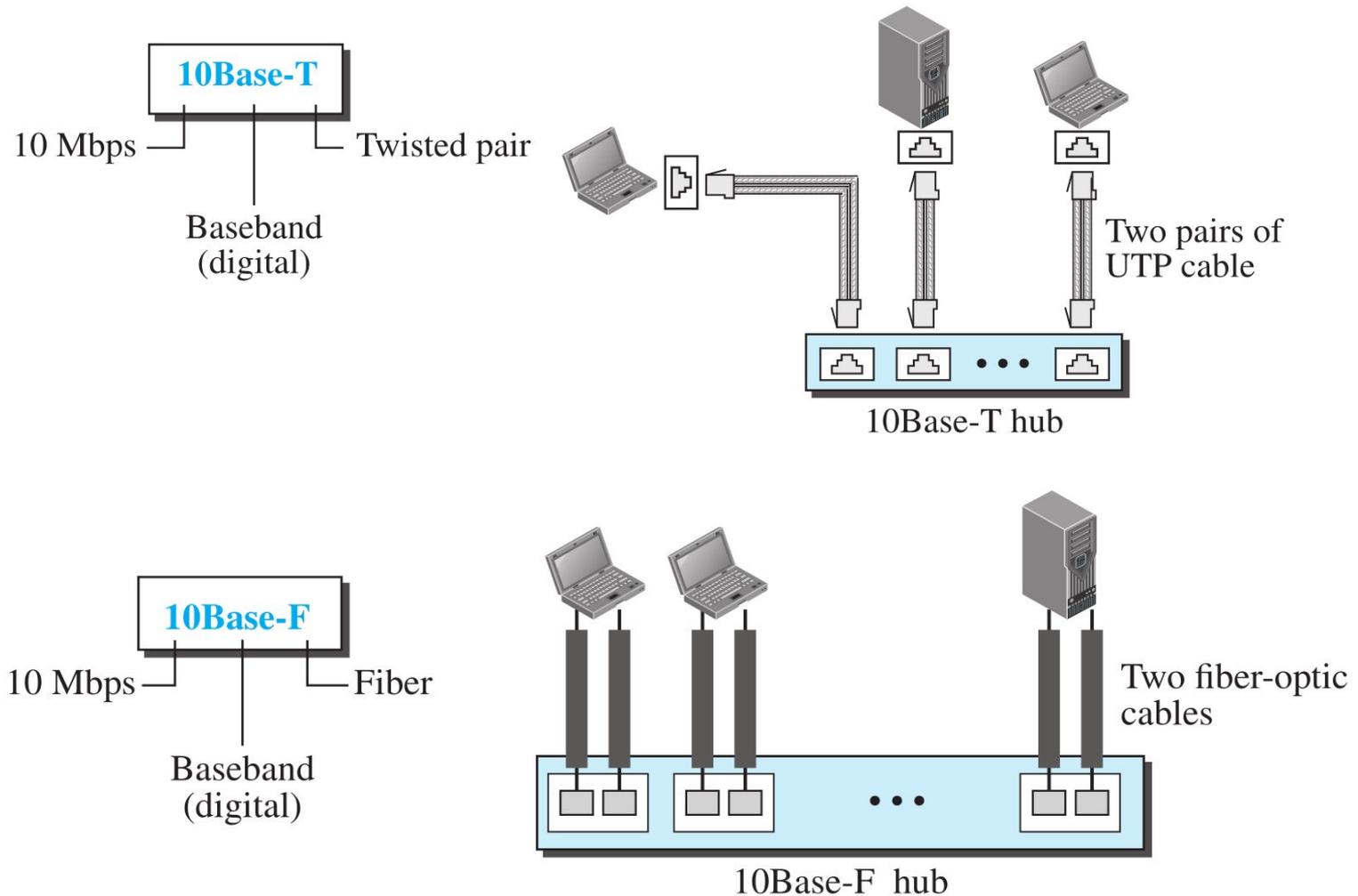
Максимальная обслуживаемая
интенсивность поступающей
нагрузки:

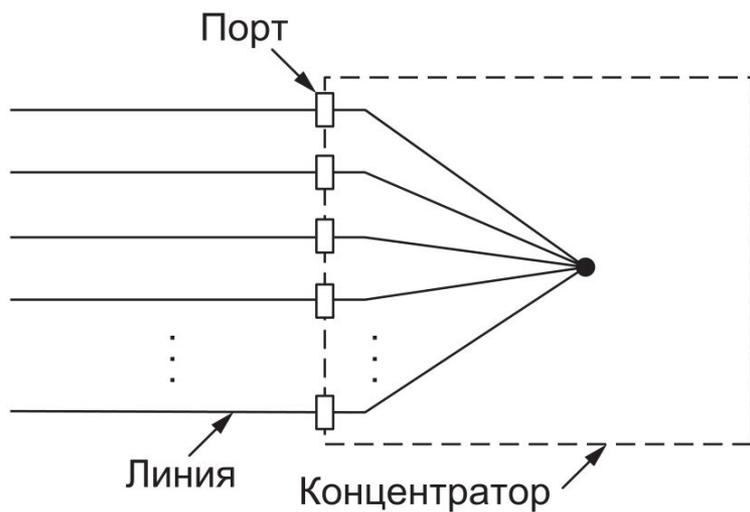
Поскольку , следовательно
интенсивность и скорость
обслуженного потока:

1. В сети Ethernet ряд узлов подсоединяется к общему кабелю, так что когда один узел передает пакет (а другие молчат), то все остальные узлы прослушивают этот пакет.

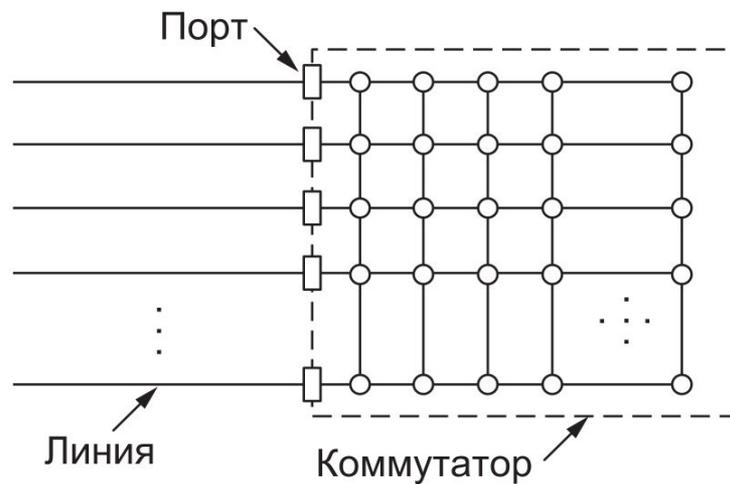
2. Как при прослушивании несущей, узел может прослушивать кабель перед тем, как начать передачу (т. е. может различать состояния шины).

3. Благодаря физическим свойствам кабеля узел способен прослушивать кабель во время передачи.

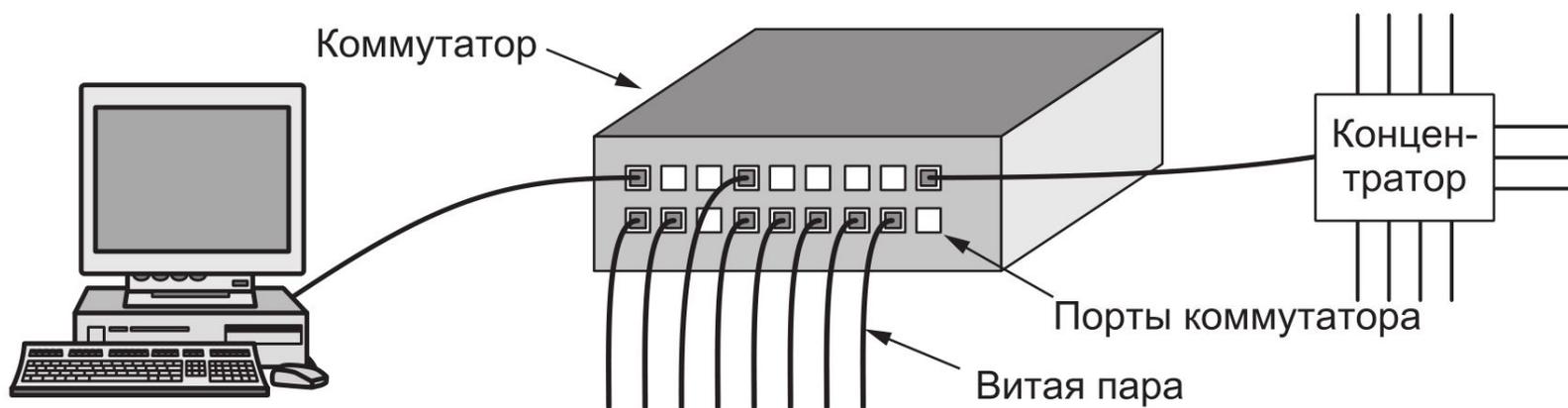


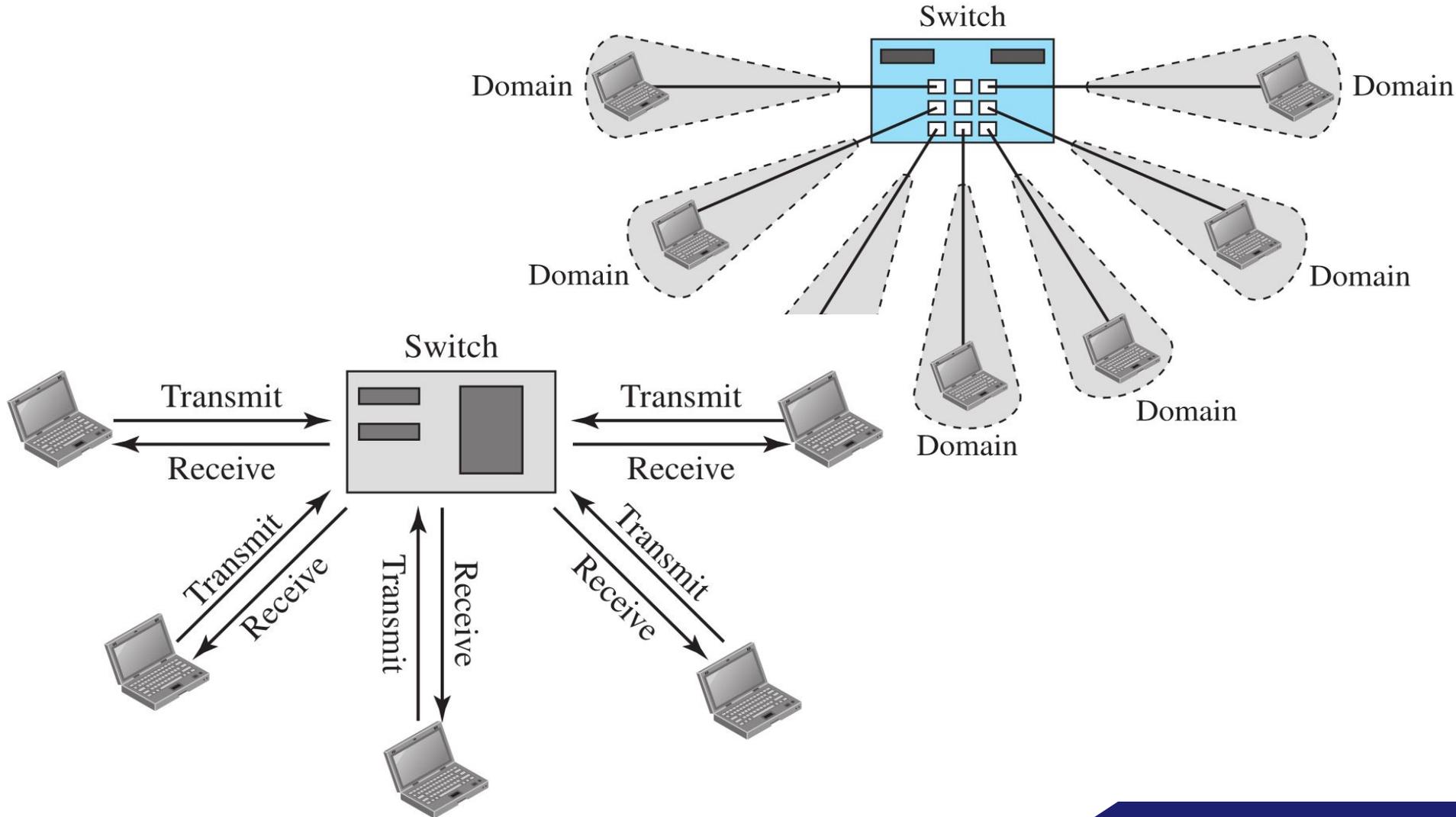


а



б





Fast Ethernet

100Base-TX

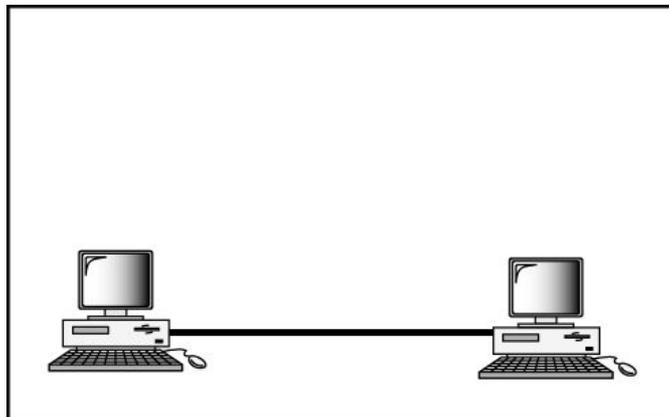
неэкранированная
витая пара
категории 5 (UTP)

100Base-FX

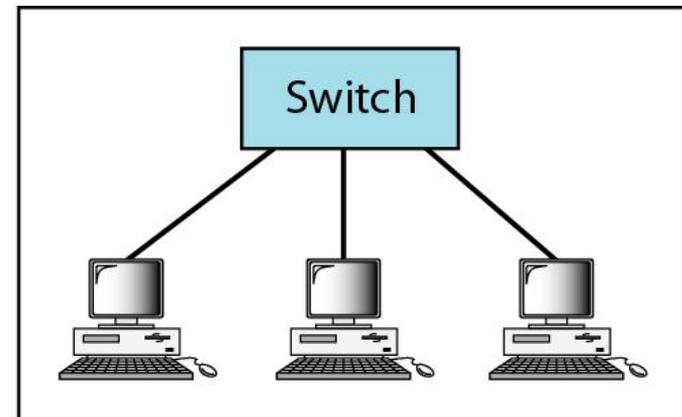
двухпроводный
волоконно-
оптический кабель

100Base-T4

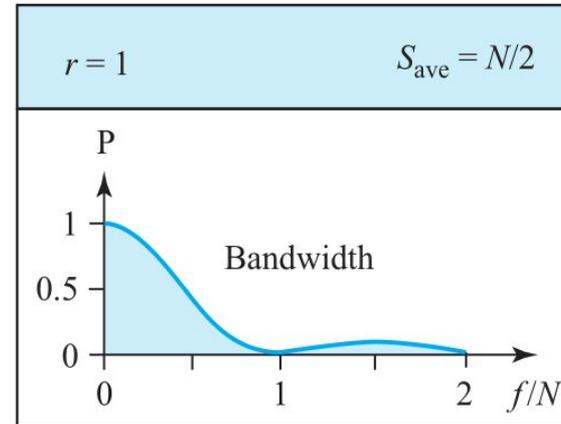
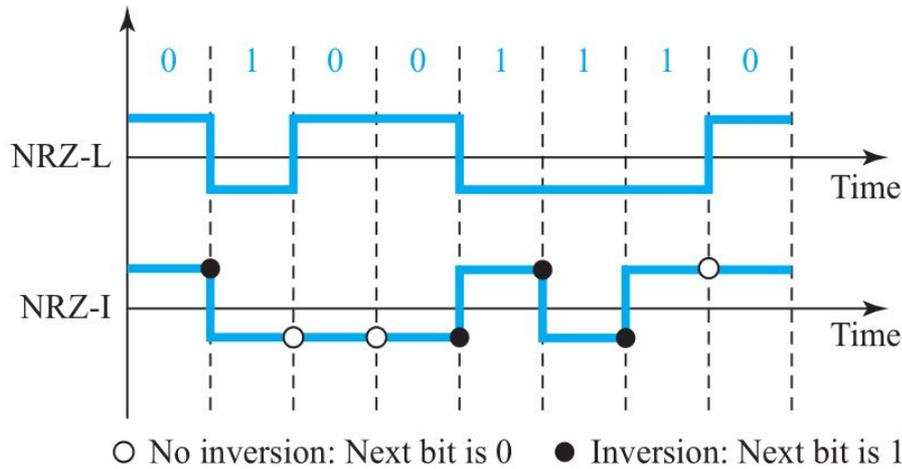
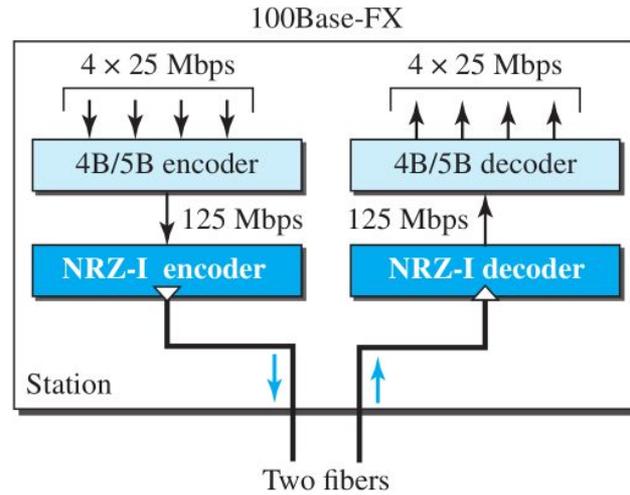
четырёхпроводной
медный кабель
категории 3 (UTP)

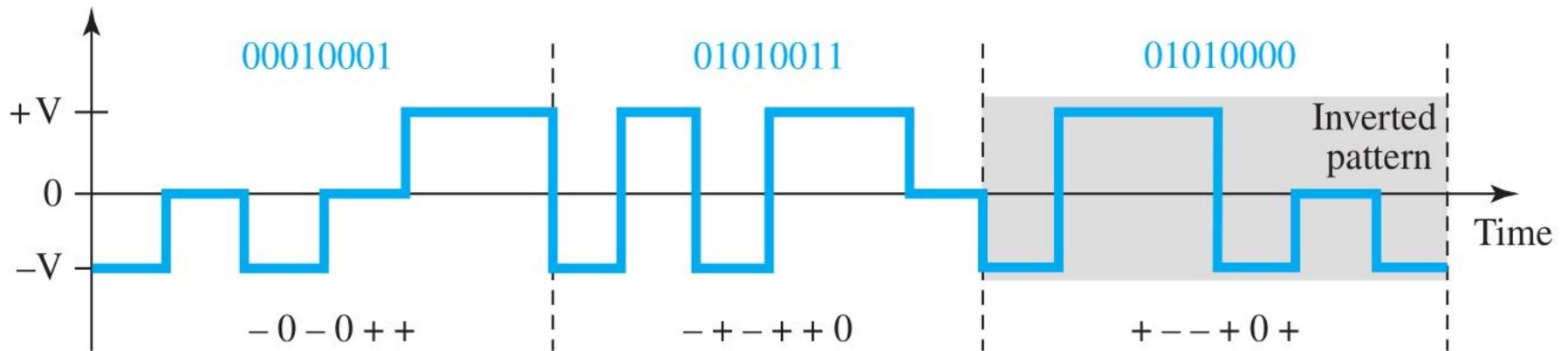
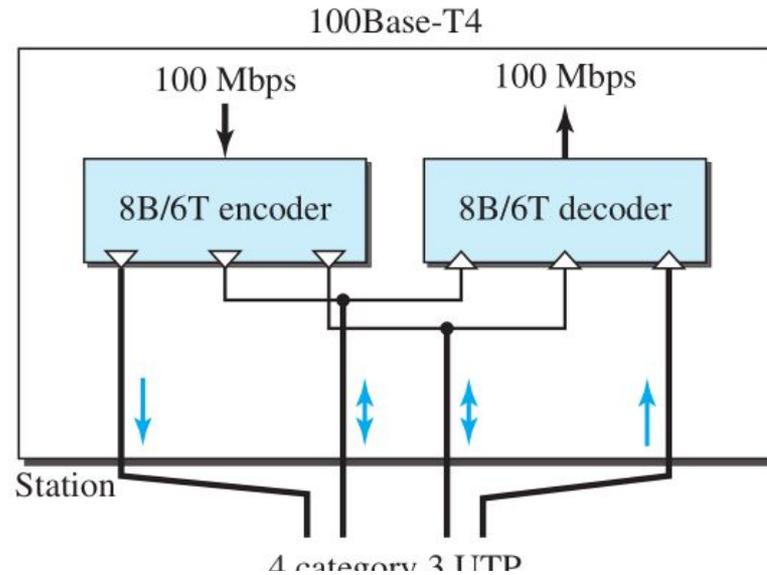


Точка-точка



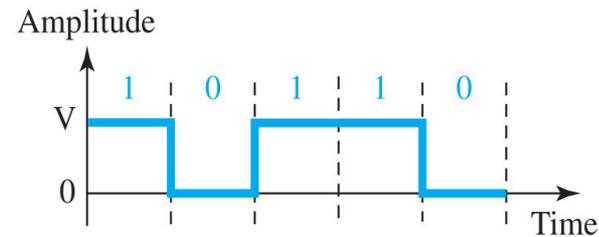
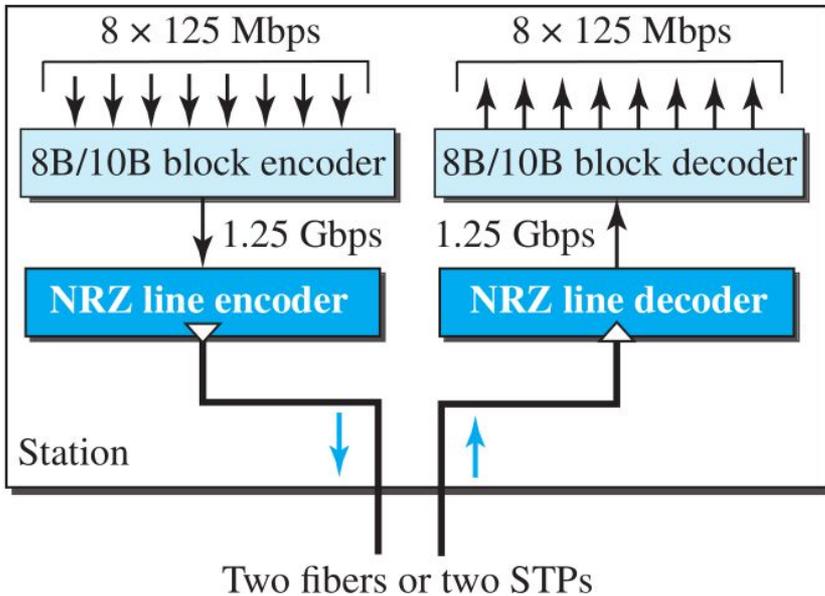
Звезда





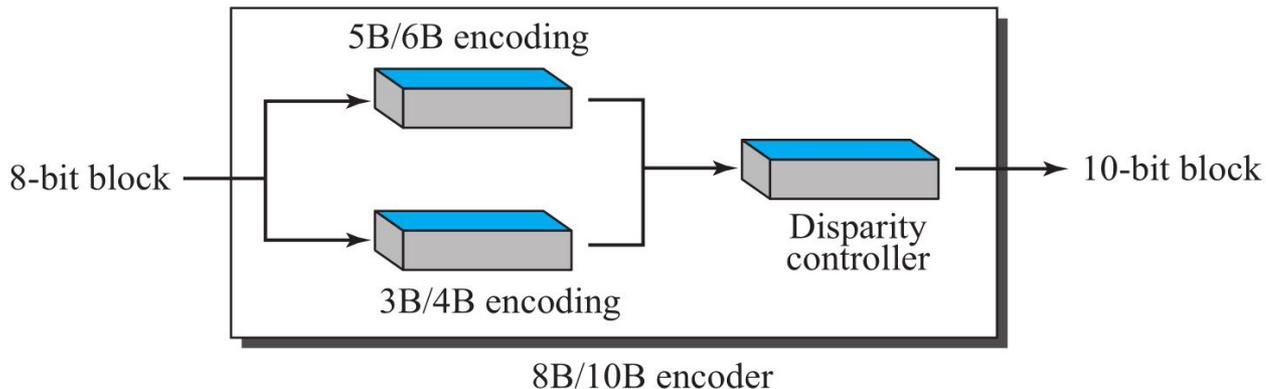
Технология	Кабель	Максимальная длина, м	Число пар или волокон	Кодирование
100Base-TX	UTP или STP	100	2	4B5B+MLT-3
100Base-FX	Волоконно-оптический	185	2	4B5B+NRZ-I
100Base-T4	UTP	100	4	8B/6T

1000Base-SX, 1000Base-LX, and 1000Base-CX

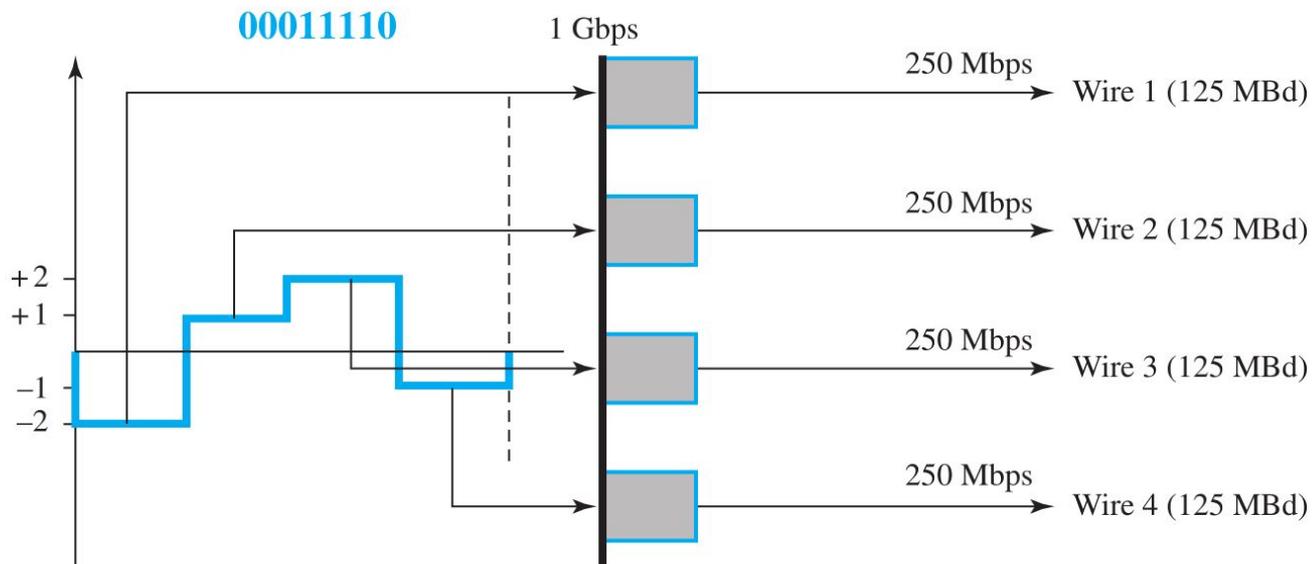
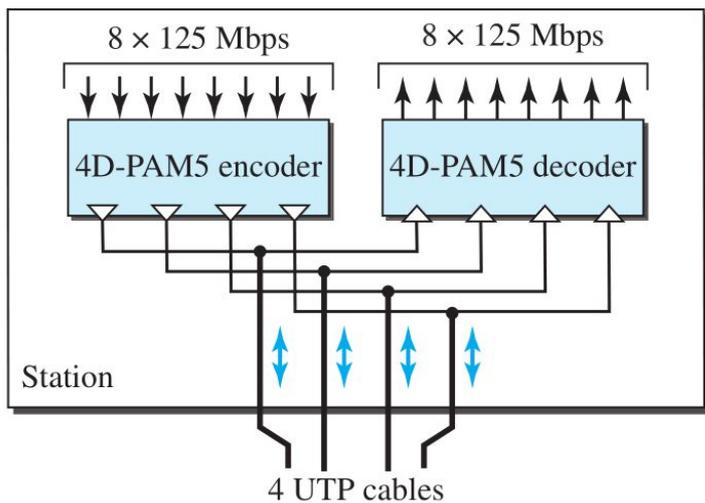


$$\frac{1}{2}V^2 + \frac{1}{2}(0)^2 = \frac{1}{2}V^2$$

Normalized power



1000Base-T



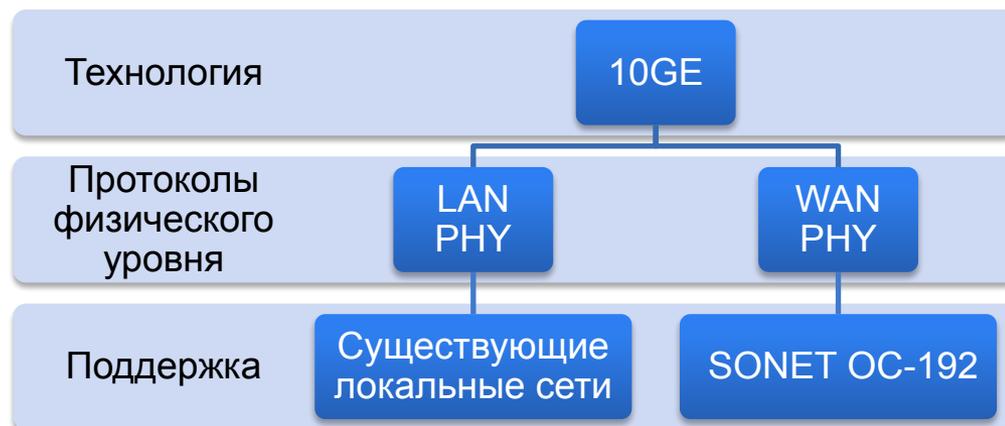
Gigabit Ethernet

- Скорость – 1 Гбит/с
- Минимальная длина фрейма – 512 байт
- Работает в дуплексном и полудуплексном режимах

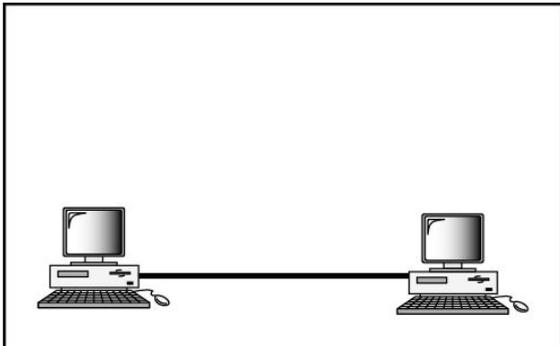
Технология	Кабель	Максимальная длина, м	Число пар или волокон	Кодирование
1000Base-SX	Волоконно-оптический (short-wave)	550	2	8B10B+NRZ
1000Base-LX	Волоконно-оптический (long-wave)	5000	2	8B10B+NRZ
1000Base-CX	STP	25	2	8B10B+NRZ
1000Base-T4	UTP	100	4	4D-PAM

10Gigabit Ethernet

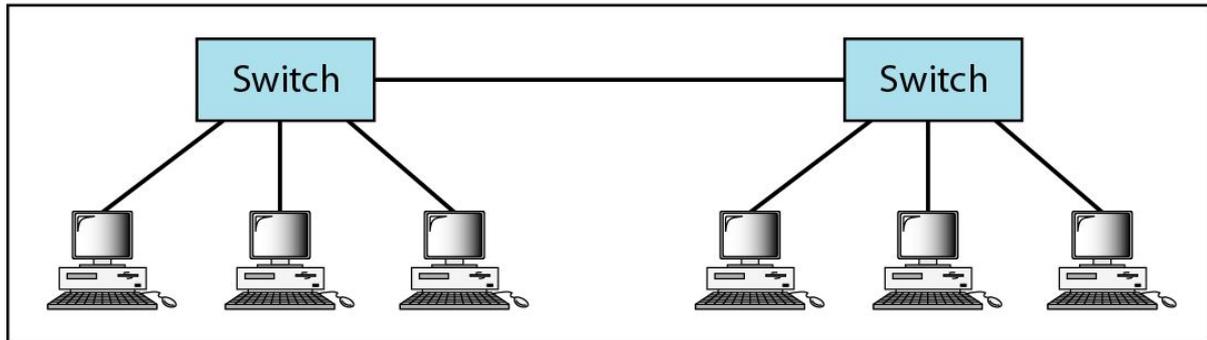
- Скорость – 10 Гбит/с
- Минимальная длина фрейма – 512 байт
- Работает только в дуплексном режиме



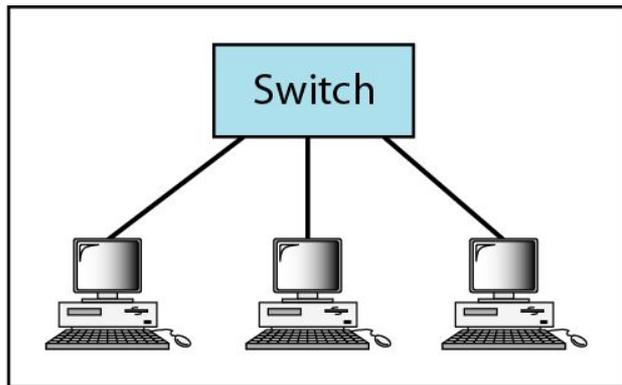
Технология	Кабель	Максимальная длина, км	Число волокон	Кодирование
10GBase-SR	Волоконно-оптический (850 нм)	0,3	2	64B66B
10GBase-LR	Волоконно-оптический (1310 нм)	10	2	64B66B
10GBase-EW	Волоконно-оптический (1350 нм)	40	2	SONET
10GBase-X4	Волоконно-оптический (1310 нм)	0,3-10	2	8B10B



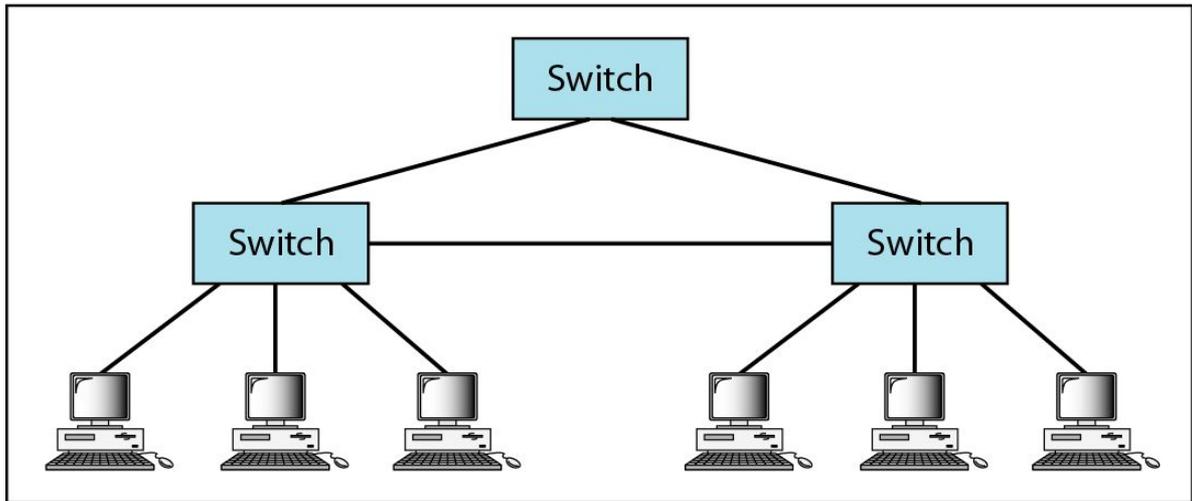
точка-точка



две звезды



звезда



иерархия звезда

Модель

• система M/G/1

Средняя задержка передачи кадров:

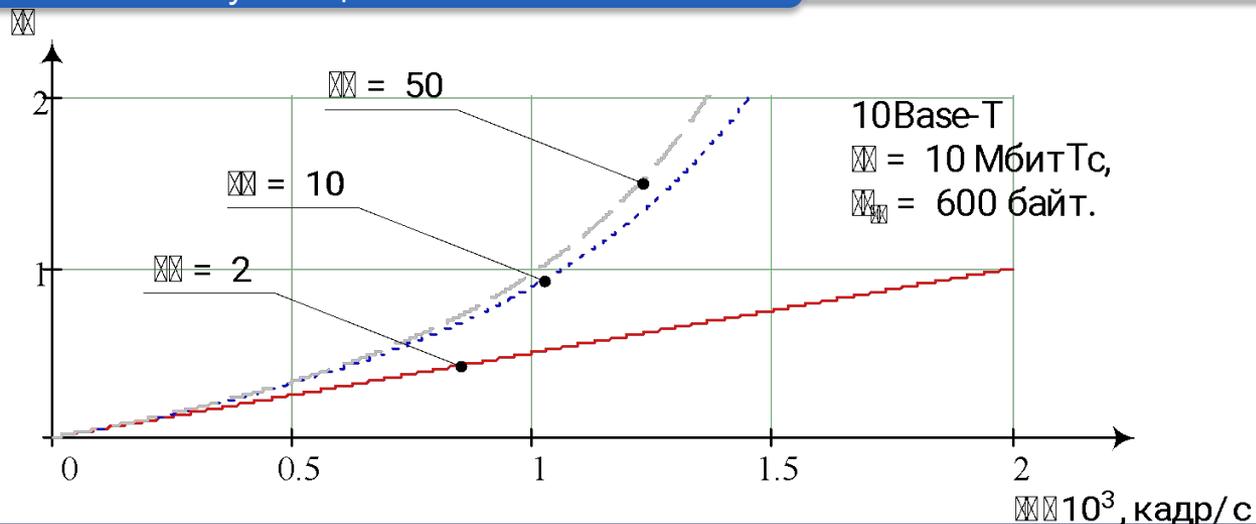
• где λ – интенсивность потока от одного узла;

среднее время пребывания в коммутаторе

второй момент времени пребывания в коммутаторе

интенсивность поступающей нагрузки на коммутатор

Максимальная допустимая интенсивность поступающего потока:



Задача 2.

- Сеть Ethernet 10Base-T объединяет 40 станций кабелем длиной 2 км. Для фиксированной длины сообщений величиной 600 байт необходимо вычислить среднюю задержку передачи кадра, скорость и интенсивность обслуженного потока кадров. Предполагается, что задержка распространения составляет 5 мкс/км, а интенсивность поступающего потока от одной станции 44 кадр/с.

Дано:

Найти:

Средняя

длина
передава
емого

Среднее

время
обслужив
ания

Интенсив

ность
поступаю
щей

Задержка

распрост
ранения

Среднее

время
пребыван
ия в
коммутат

оре

Второй момент времени обслуживания для постоянной длины кадра:

Второй момент времени пребывания в коммутаторе

Средняя задержка передачи кадров имеет вид:

Так как , то интенсивности и скорости обслуженного и поступающего потоков соответственно равны:

1. Анализ производительности сети выполняется на основе упрощенной модели топологии сети типа "звезда".

2. Топология типа "звезда" состоит из вторичных узлов, соединенных дуплексными линиями связи с первичным (центральным) узлом.

3. Первичный узел выполняет функции коммутатора или устройства управления трафиком.

4. Взаимодействие между двумя любыми узлами сети осуществляется, по сути, в режиме коммутации каналов.

1. **Таненбаум Э.** Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – 960 с. С. 281–325.

2. **Олифер В. Г.** Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Учебник для вузов. / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 4-е изд. – СПб. : Питер, 2010. – 944 с. С. 353–370, 402–446.

3. **Sadiku M. N. O.** Performance Analysis of Computer Networks / Matthew N.O. Sadiku, Sarhan M. Musa. – Switzerland : Springer, 2013. – 279 p. P. 183–193.

Сети связи



Тема № 2:

Анализ и синтез пакетных сетей по показателям качества

Занятие № 11:
Анализ сетей Ethernet

Вид занятия: групповое

1. Обучение основам анализа технологии Ethernet (ВПК-9, ВПК-21, ВПК-37).
2. Исследование производительности сети Ethernet (ВПК-9, ВПК-21, ВПК-37).
3. Способствование формированию способности решать задачи анализа и синтеза систем распределения информации с использованием современных методов (ВПК-9, ВПК-21, ВПК-37).
4. Способствование формированию способности проводить сбор, обработку, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в сфере профессиональной деятельности, систематизировать и обобщать полученную информацию (ВПК-9, ВПК-21, ВПК-37).