Сети связи

Тема № 2:

Анализ и синтез пакетных сетей по показателям качества

Занятие № 12:

Анализ сетей Ethernet

Вид занятия: практическое

Цели занятия

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).

Межпредметные связи

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**

Литература

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.

Учебные вопросы

1. Анализ классического Ethernet

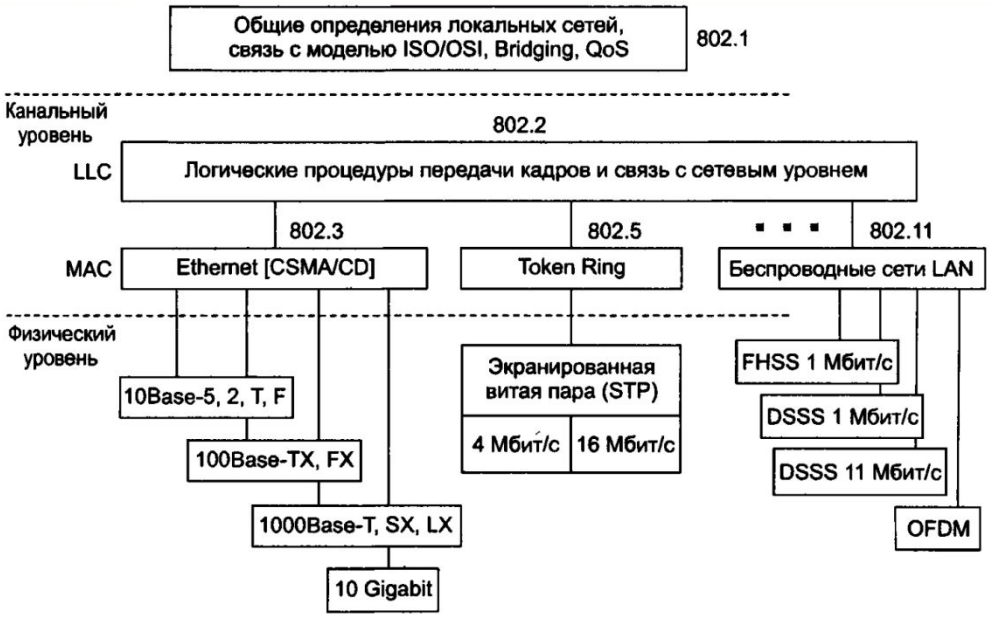
2. Анализ коммутируемого Ethernet

Анализ классического Ethernet

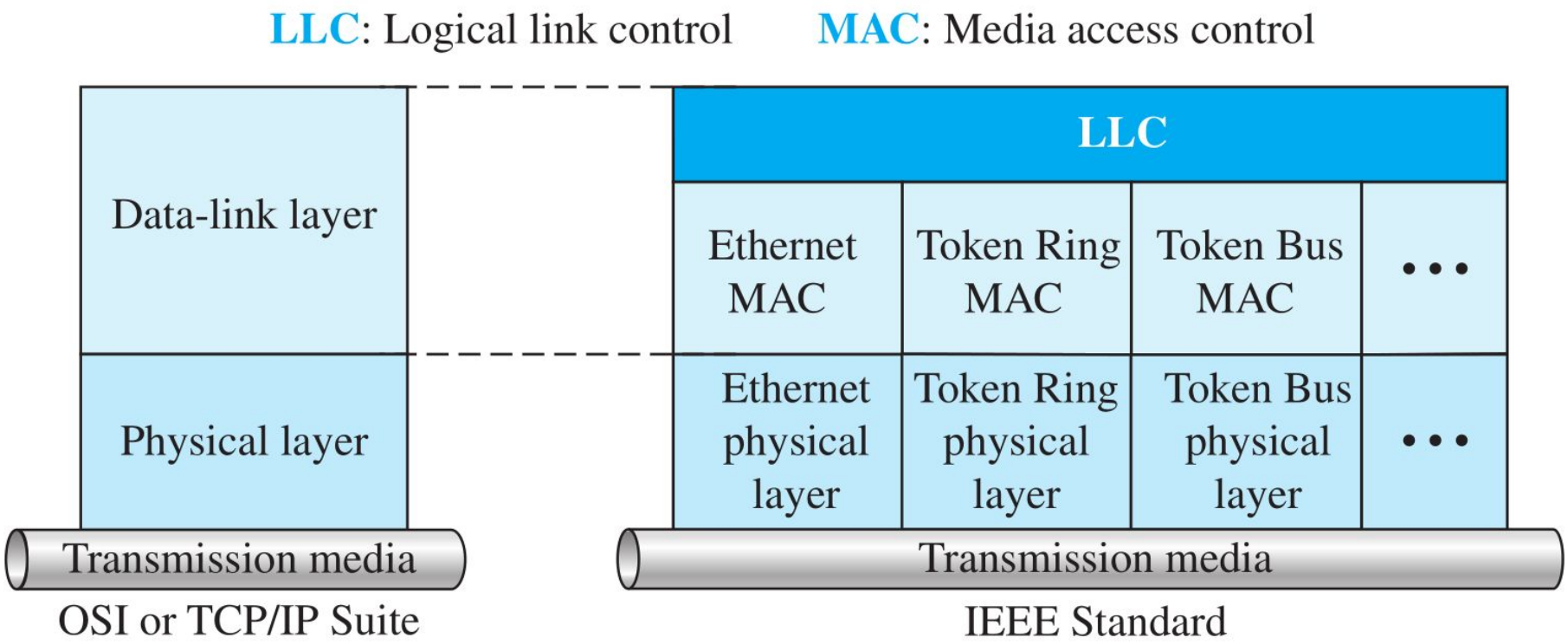
Основными функциями **уровня MAC** являются:
– обеспечение доступа к разделяемой среде;
– передача кадров между конечными узлами посредством функций и устройств физического уровня.

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, специфи ческим для конкретной технологии, дальнейшие действия узла или узлов по обеспечению надежной передачи кадров от технологии не зависят.

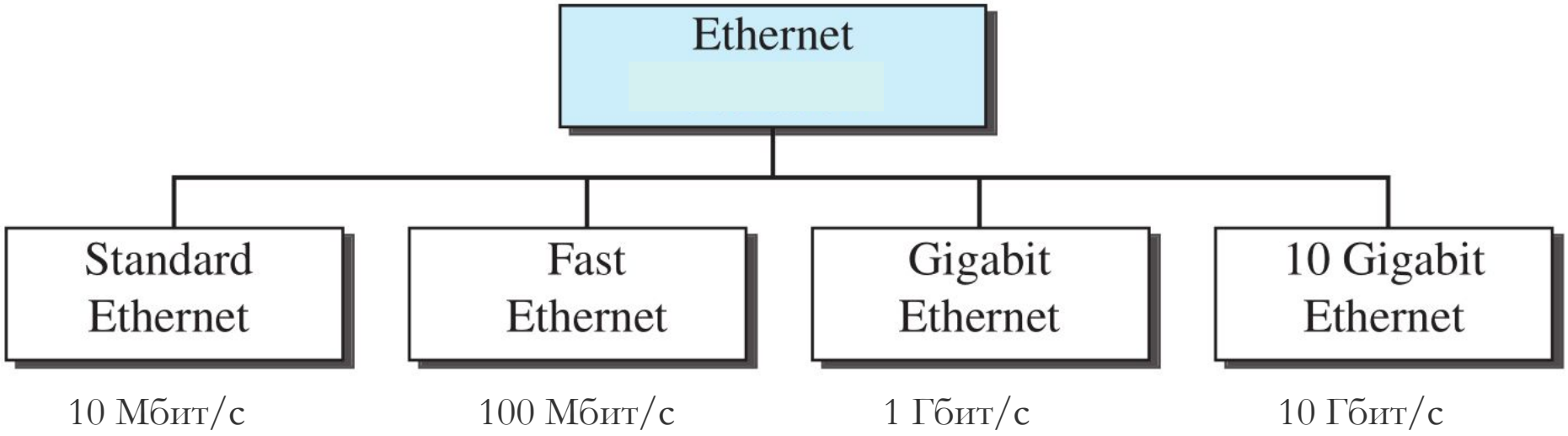
Структура стандартов IEEE 802



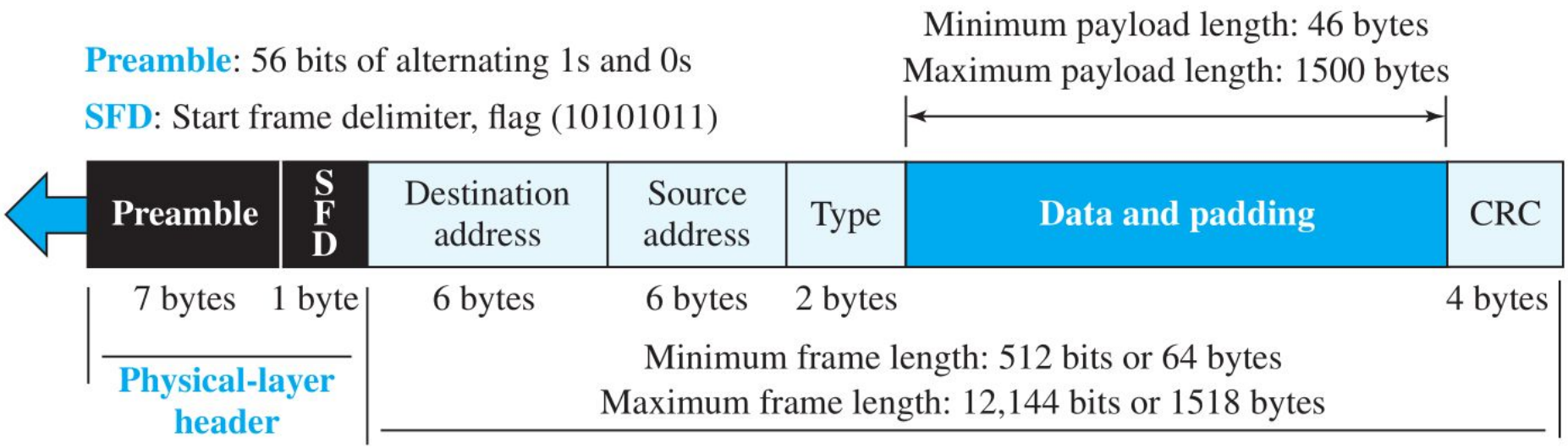
Анализ классического Ethernet



Анализ классического Ethernet



Анализ классического Ethernet

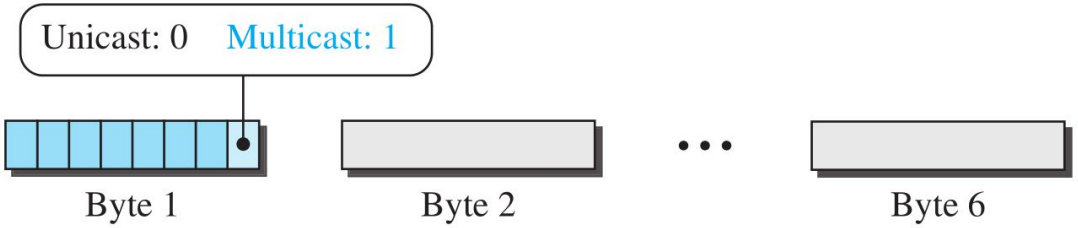


1 Анализ классического Ethernet

MAC адрес Ethernet

- 4A:56:85:98:12:1B

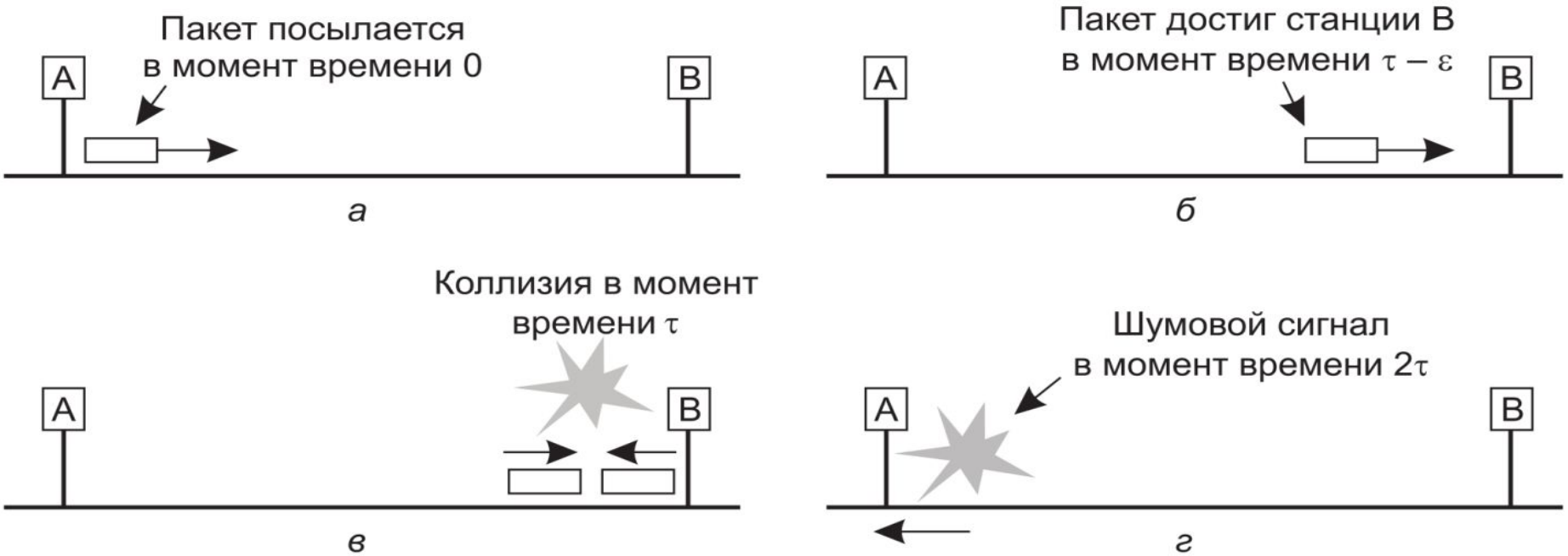
Шестнадцатеричный	47	20	1B	2E	08	EE
Двоичный	01000111	00100000	00011011	00101110	00001000	11101110
Передача	11100010	00000100	11011000	01110100	00010000	01110111



Тип MAC адреса Ethernet

4A:56:85:98:12:1B	A	1010
47:25:1B:3E:06:EA	7	0111
FF:FF:FF:FF:FF:FF	F	1111

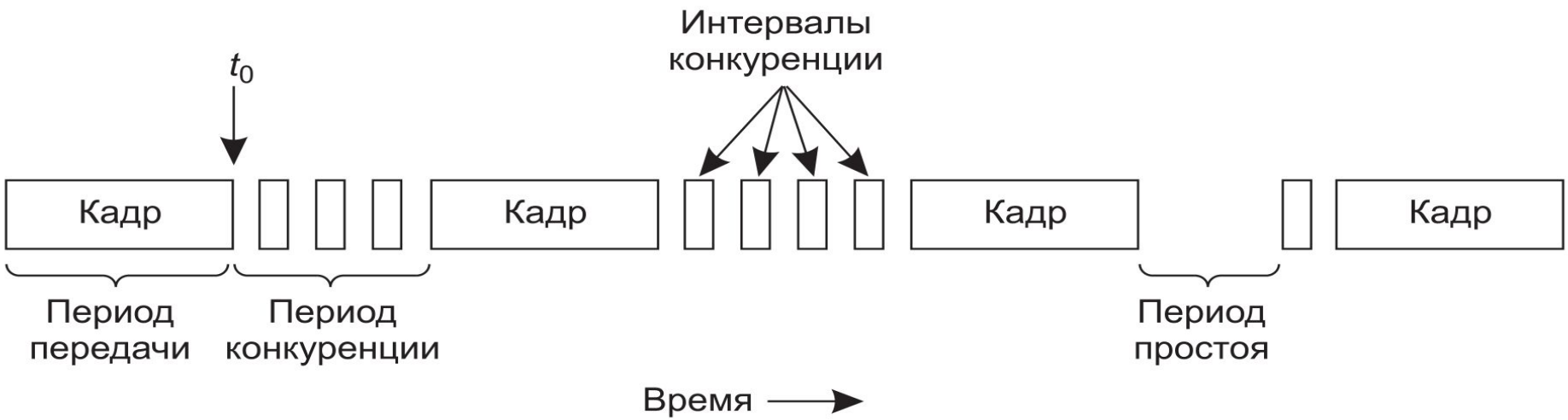
1 Анализ классического Ethernet



Для предотвращения ошибок подтверждения успешности передачи	• все кадры должны иметь такую длину, чтобы время их передачи было больше 2τ.
Минимальное время передачи одного кадра должно составлять в худшем случае примерно 50 мкс	• для локальной сети со скоростью передачи 10 Мбит/с при максимальной длине кабеля в 2500 м и наличии четырех повторителей (требование спецификации 802.3).
Длина кадра должна быть такой,	• чтобы время передачи было по крайней мере не меньше этого минимума.
Минимальный размер кадра должен быть равен 500 бит	• При скорости 10 Мбит/с на передачу одного бита тратится 100 нс, значит, минимальный

Анализ классического Ethernet

Экспоненциальный двоичный алгоритм выдержки (binary exponential backoff)



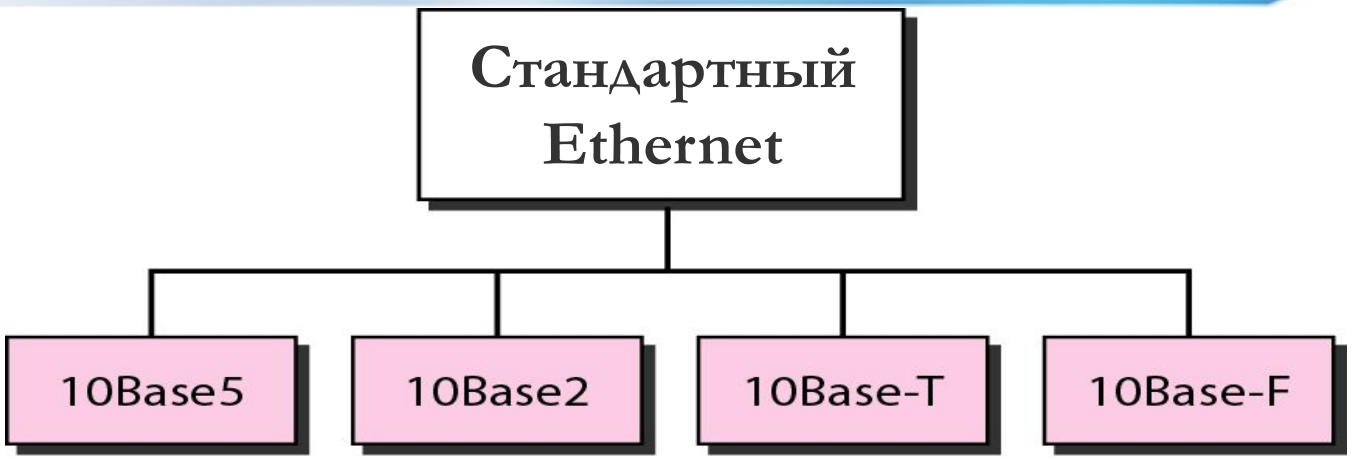
После i столкновений случайный номер выбирается в диапазоне от 0 до 2^i–1, и это количество интервалов станция пропускает.

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.

Анализ классического Ethernet

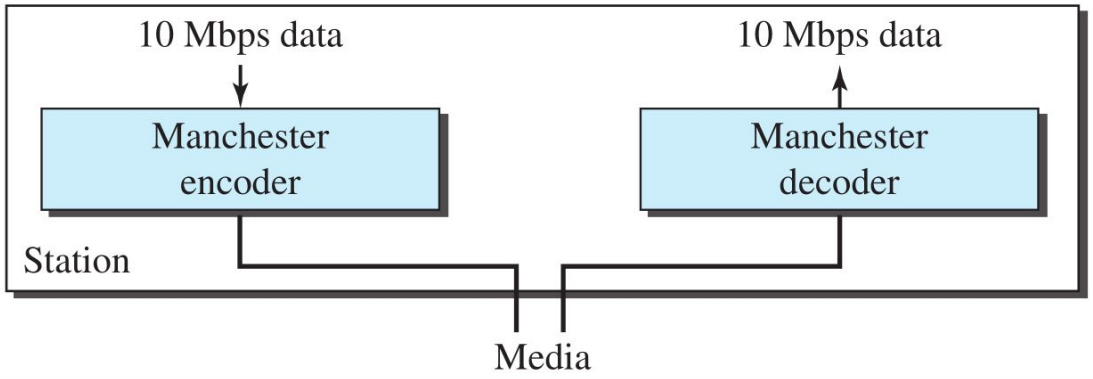


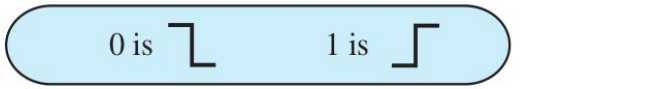
10Base5	10Base2	10Base-T	10Base-F
Шина, толстый коаксиальный кабель 500 м	Шина, тонкий коаксиальный кабель 185 м	Звезда, неэкранированная витая пара 100 м	Звезда, волоконно-оптический кабель 2 км

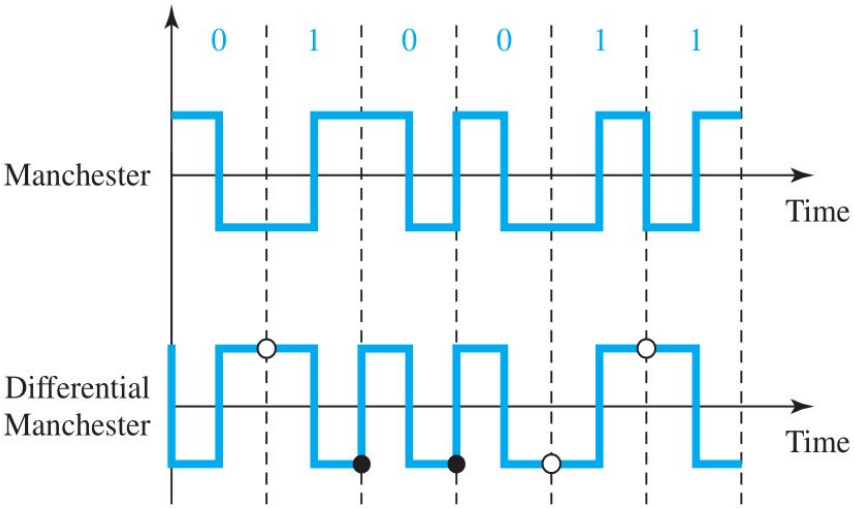
Скорость (Мбит/с) → **10BaseT** ← Тип кабеля (лимит длины кабеля)

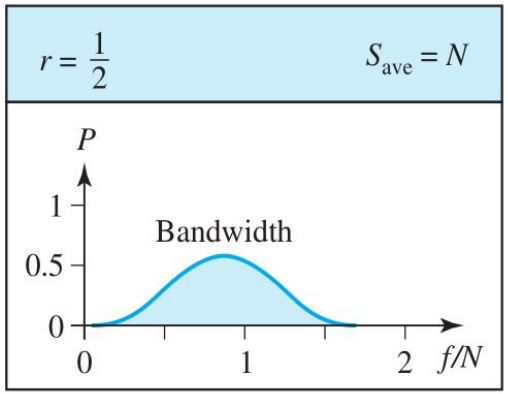
↑ Baseband (немодулированная передача)

Анализ классического Ethernet

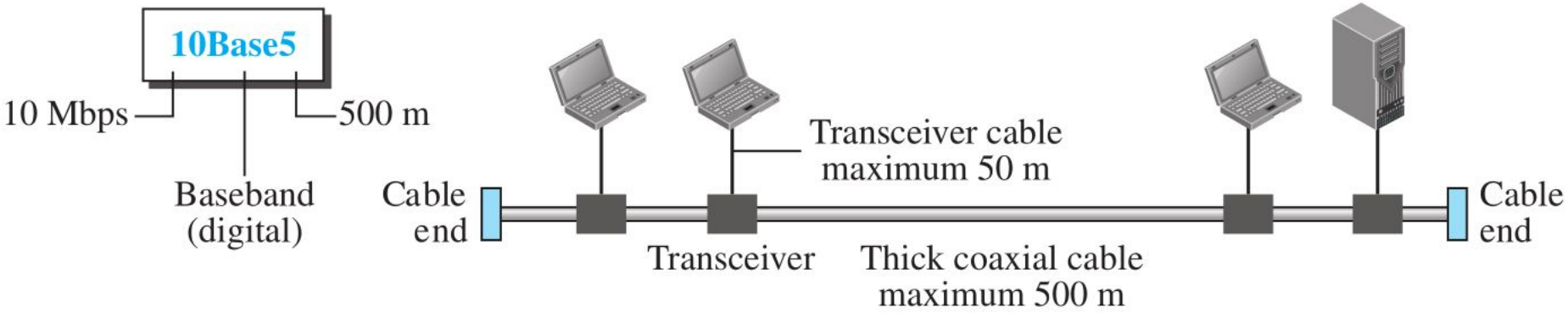




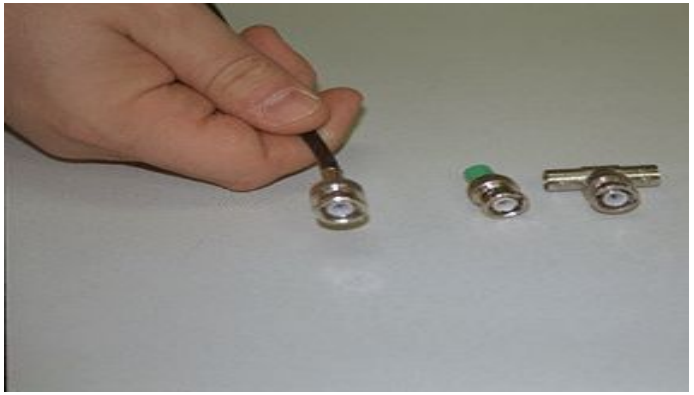


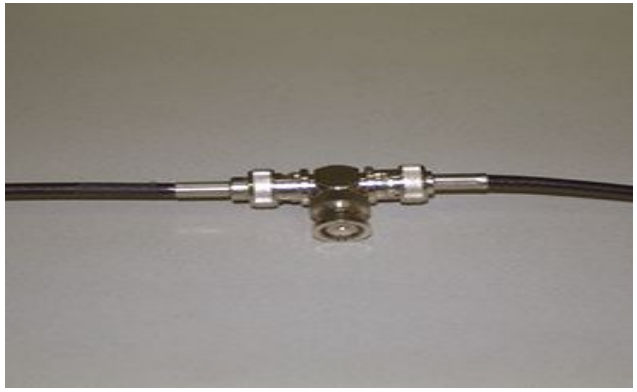


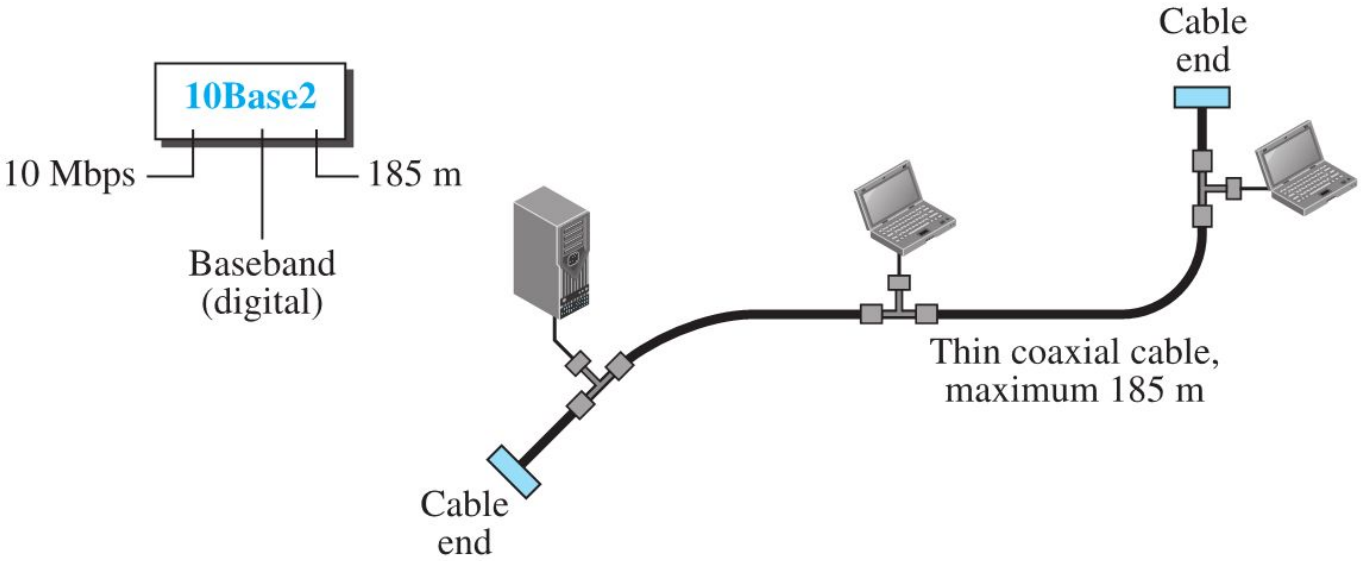
Анализ классического Ethernet



Анализ классического Ethernet

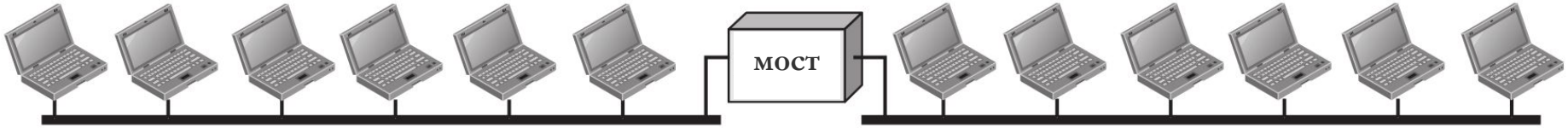






Анализ классического Ethernet

объединение подсетей без помощи мостов



объединение подсетей с помощью мостов

1 Анализ классического Ethernet

Средняя задержка передачи кадров:

- где – задержка распространения в шине; и – первый и второй момент времени обслуживания кадра соответственно; – среднее время распространения от источника к получателю; – преобразование Лапласа распределения времени обслуживания кадра.

Средняя время обслуживания кадра:

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

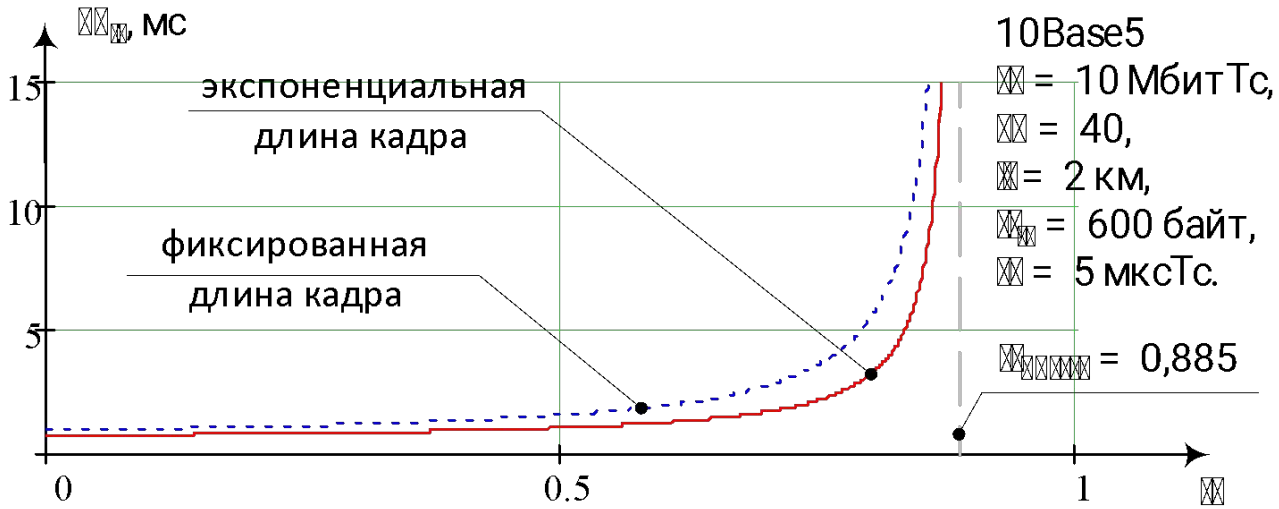
Для пакетов постоянной длины:

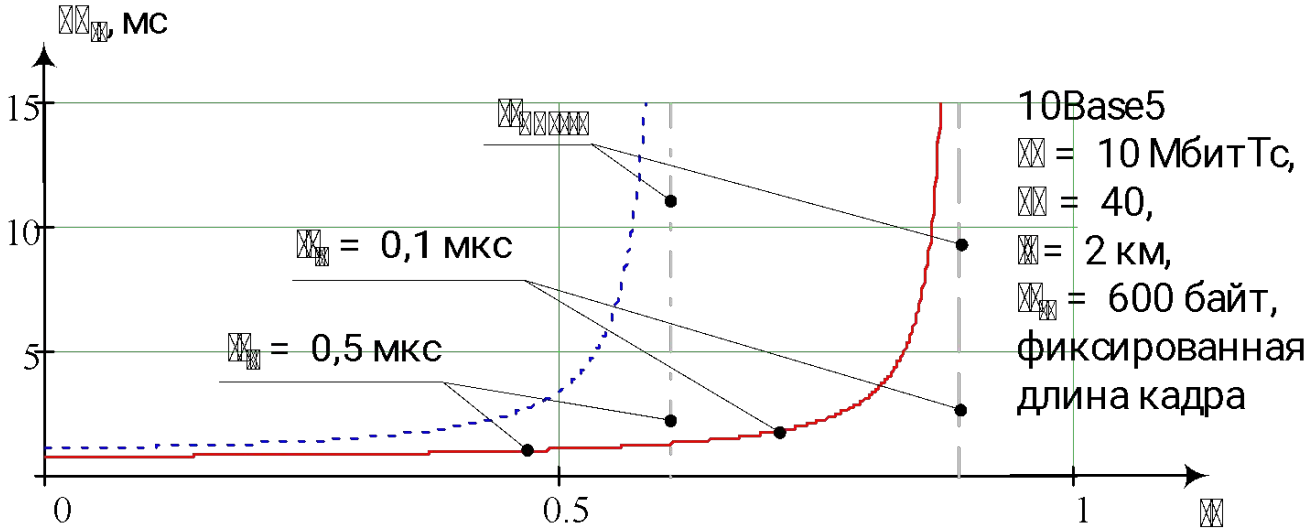
Для пакетов экспоненциальной длины:

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:

Анализ классического Ethernet





1 Анализ классического Ethernet

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 передаваемого

-

Среднее время обслуживания

-

Интенсивность поступающего потока от

-

Скорость поступающего потока от всех

-

Интенсивность поступающей нагрузки:

-

1 Анализ классического Ethernet

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:

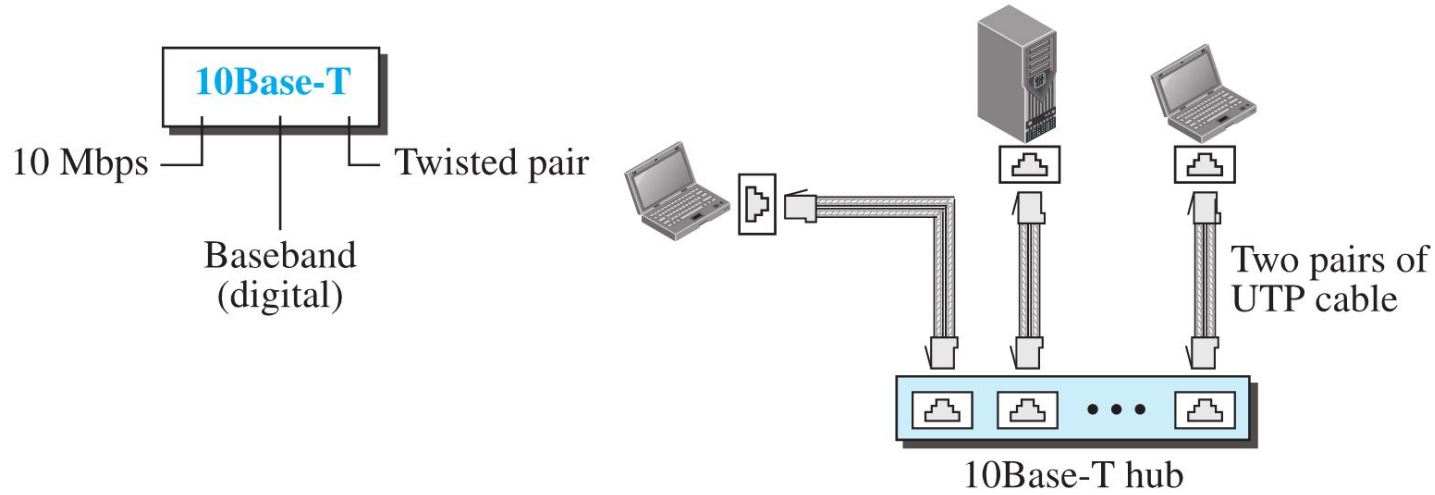
Выводы

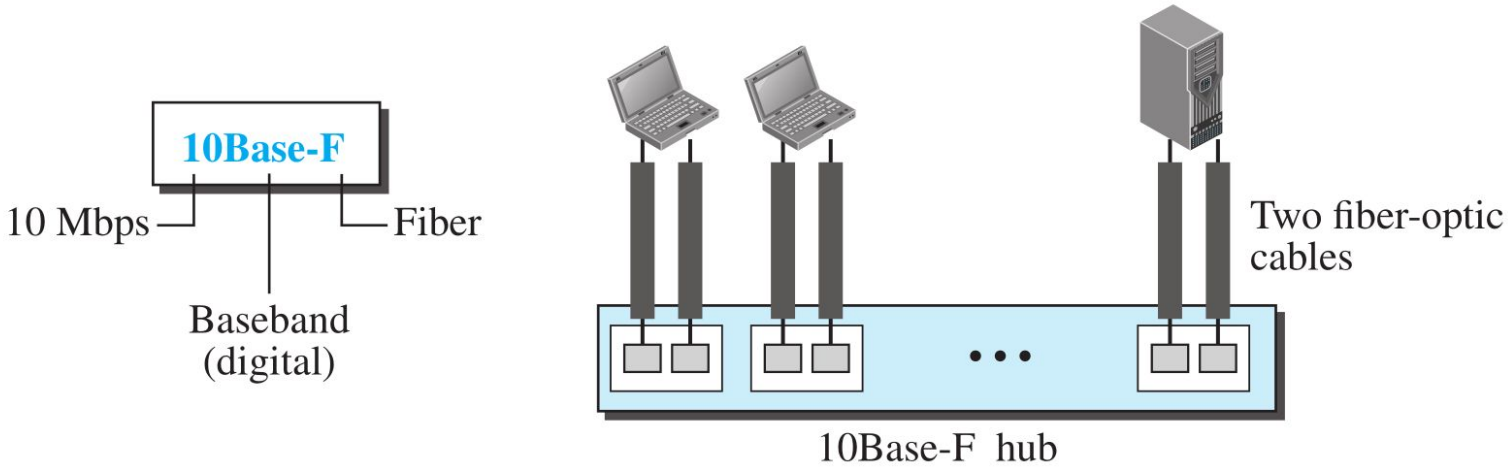
1. В сети Ethernet ряд узлов подсоединяется к общему кабелю, так что когда один узел передает пакет (а другие молчат), то все остальные узлы прослушивают этот пакет.

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

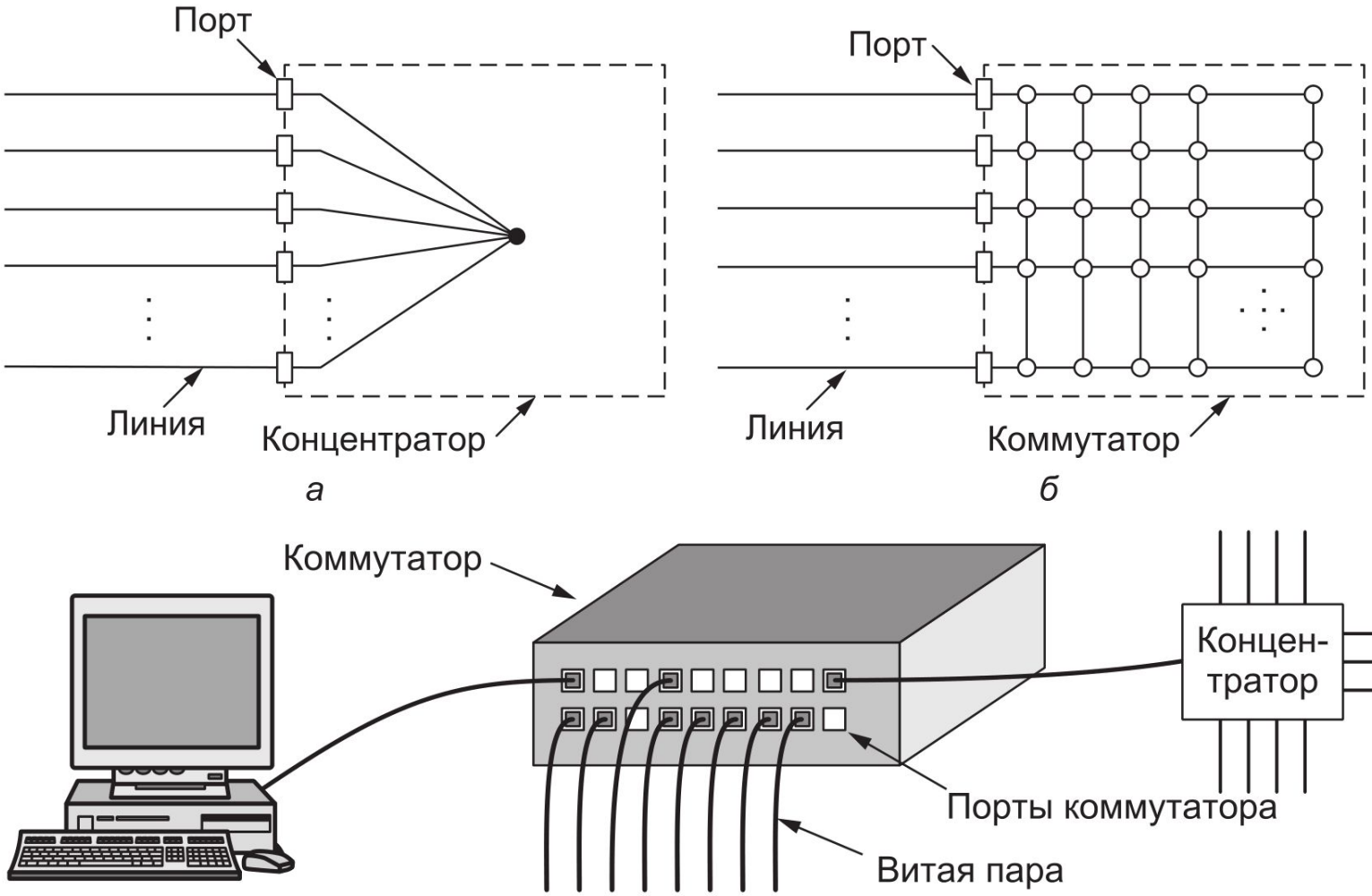
3. Благодаря физическим свойствам кабеля узел способен прослушивать кабель во время передачи.

Анализ коммутируемого Ethernet

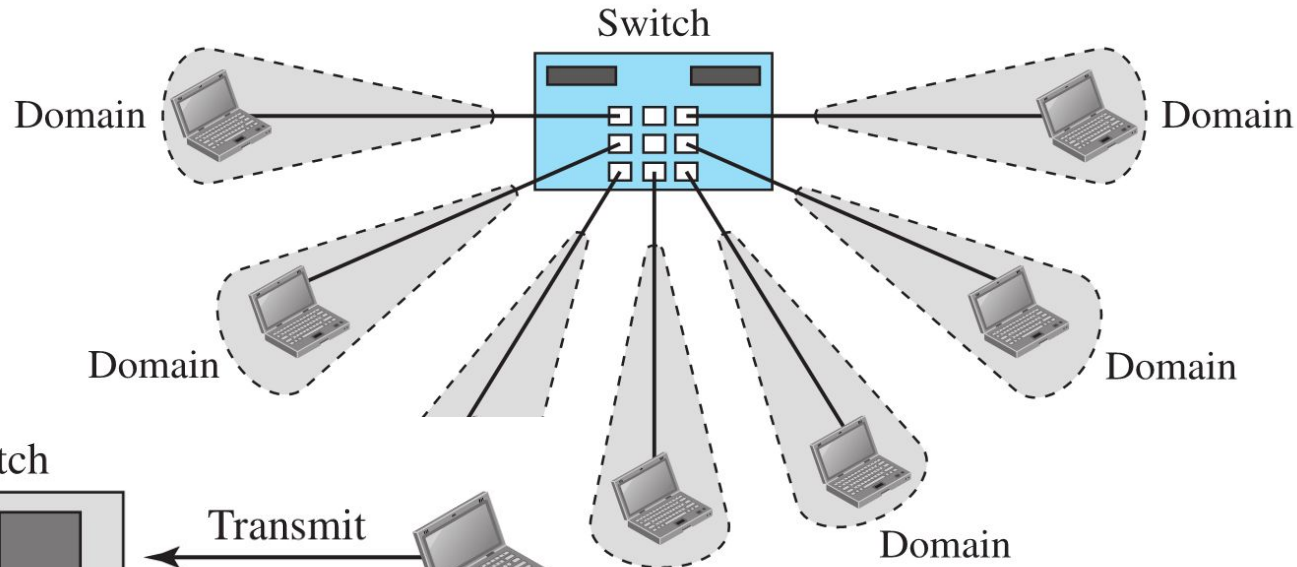


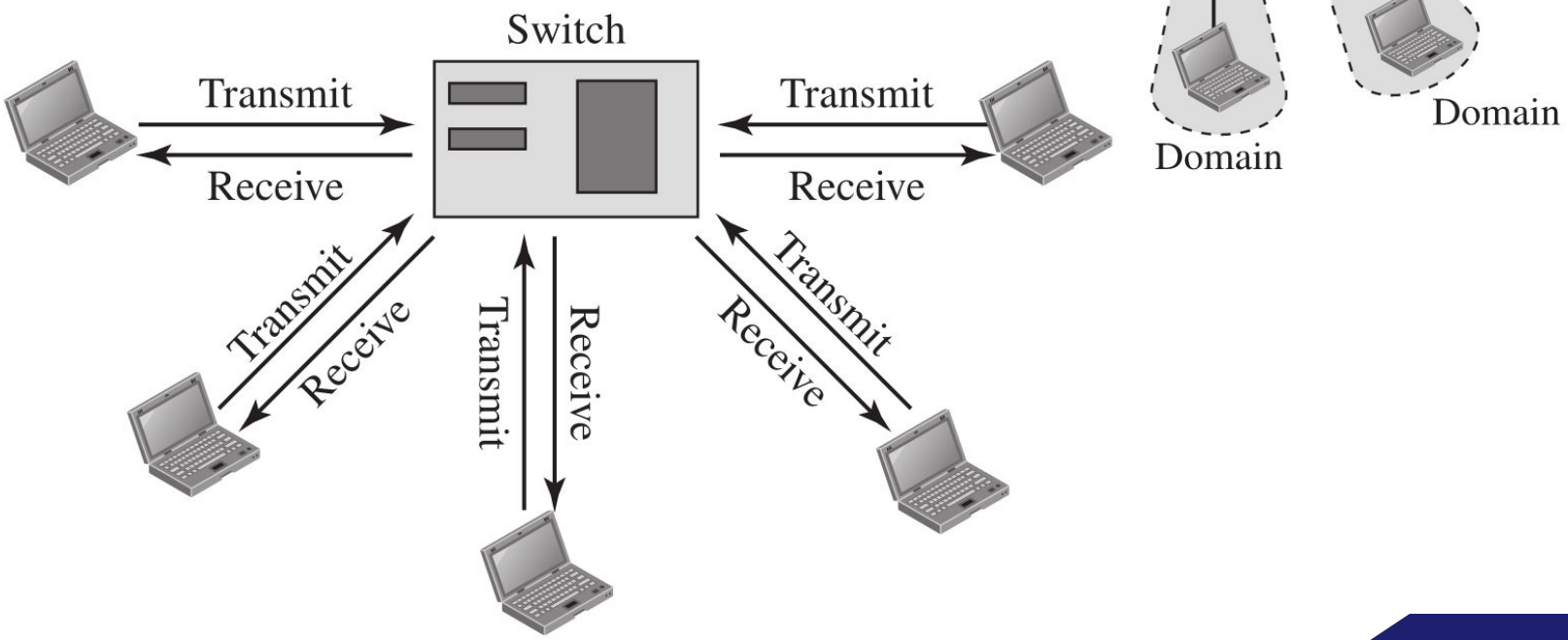


Анализ коммутируемого Ethernet

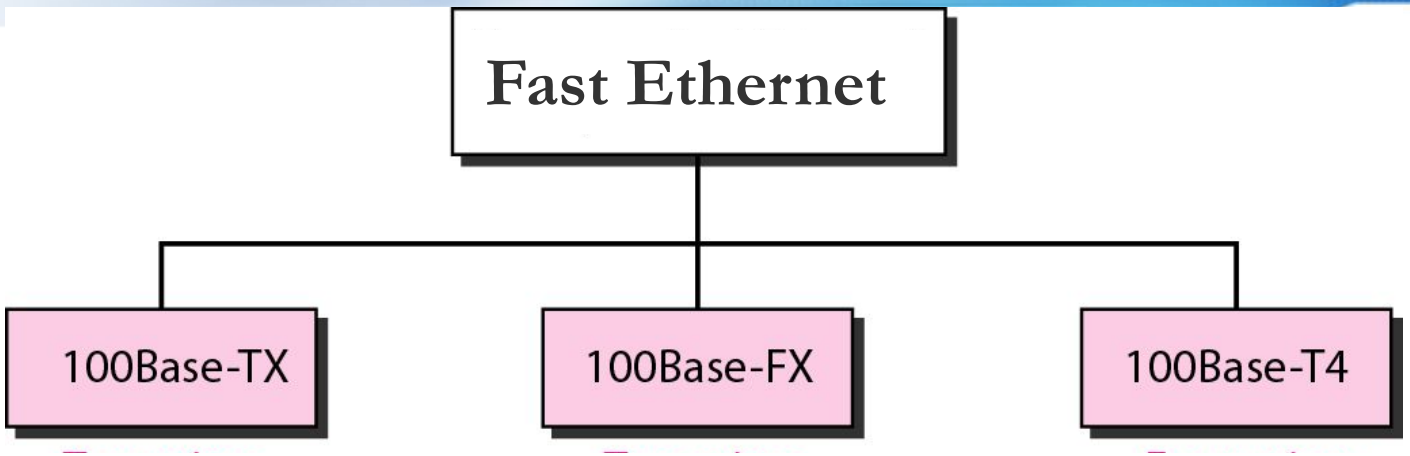


Анализ коммутируемого Ethernet





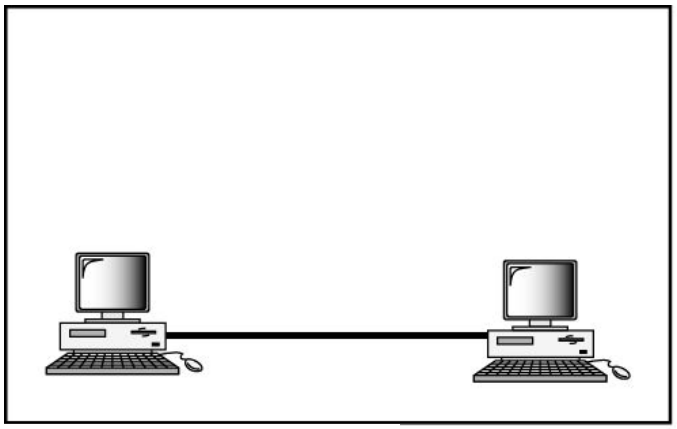
Анализ коммутируемого Ethernet



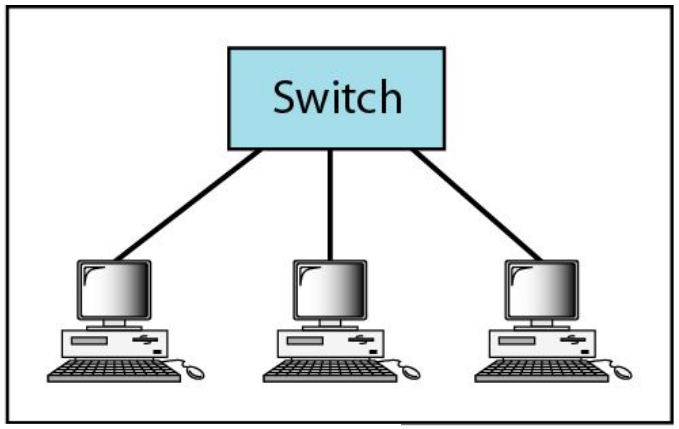
неэкранированная витая пара категории 5 (UTP)

двухпроводный волоконно-оптический кабель

четырёхпроводной медный кабель категории 3 (UTP)

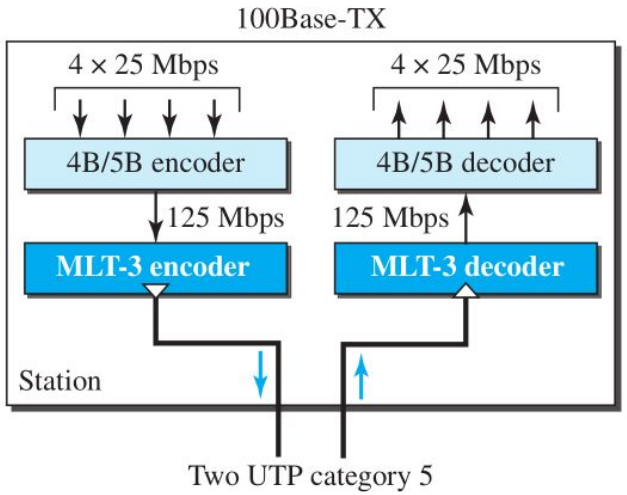


точка-точка



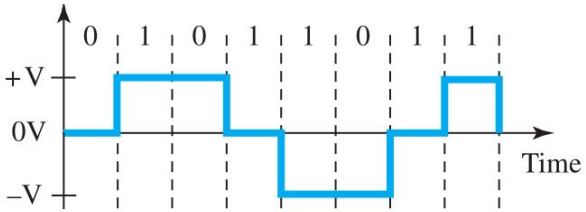
звезда

Анализ коммутируемого Ethernet

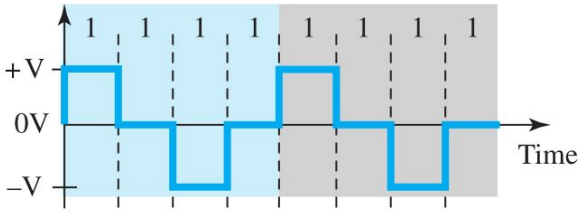


4B/5B

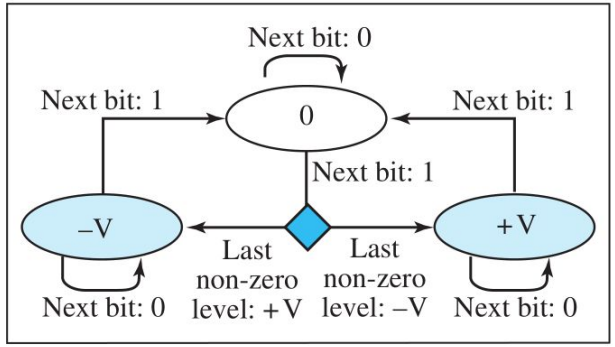
Data Sequence	*Encoded Sequence*	*Control Sequence*	*Encoded Sequence*
0000	11110	Q (Quiet)	00000
0001	01001	I (Idle)	11111
0010	10100	H (Halt)	00100
0011	10101	J (Start delimiter)	11000
0100	01010	K (Start delimiter)	10001
0101	01011	T (End delimiter)	01101
0110	01110	S (Set)	11001
0111	01111	R (Reset)	00111
1000	10010		
1001	10011		
1010	10110		
1011	10111		
1100	11010		
1101	11011		
1110	11100		
1111	11101		



a. Typical case



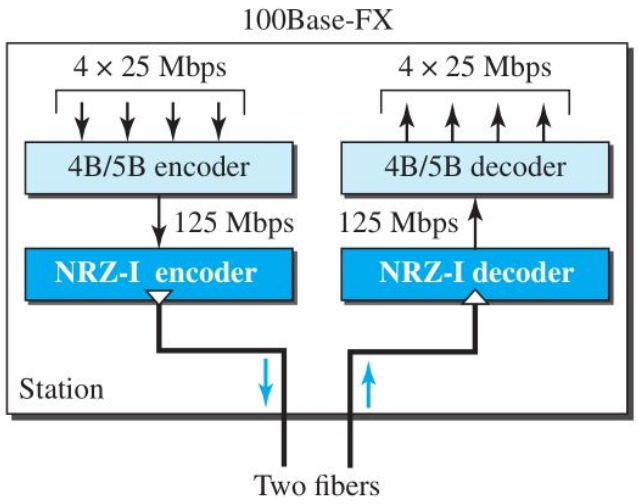
b. Worst case

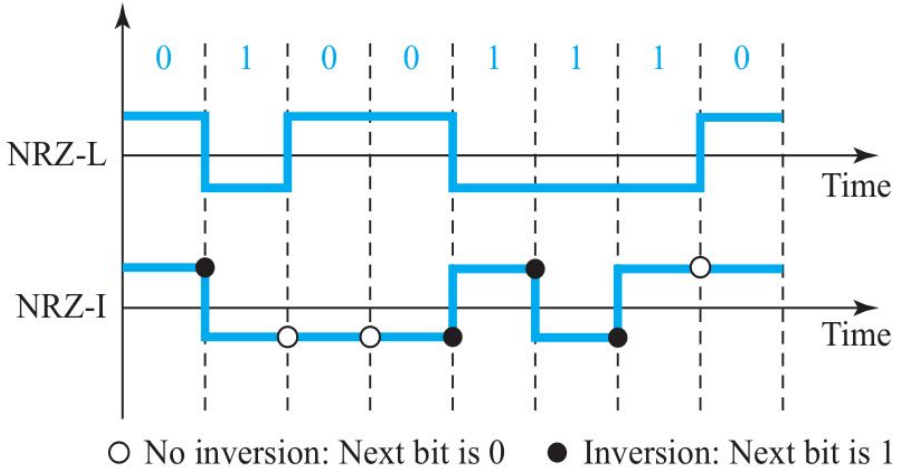


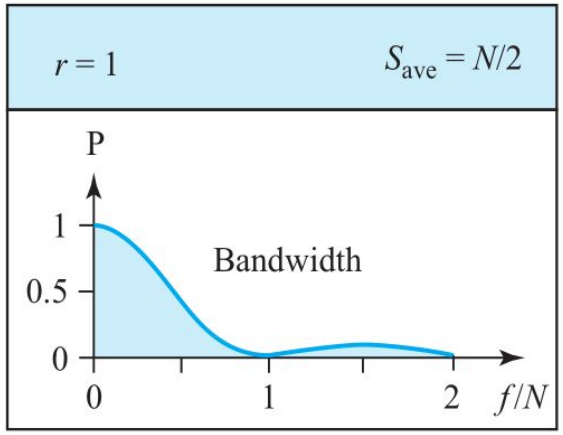
c. Transition states

MLT-3

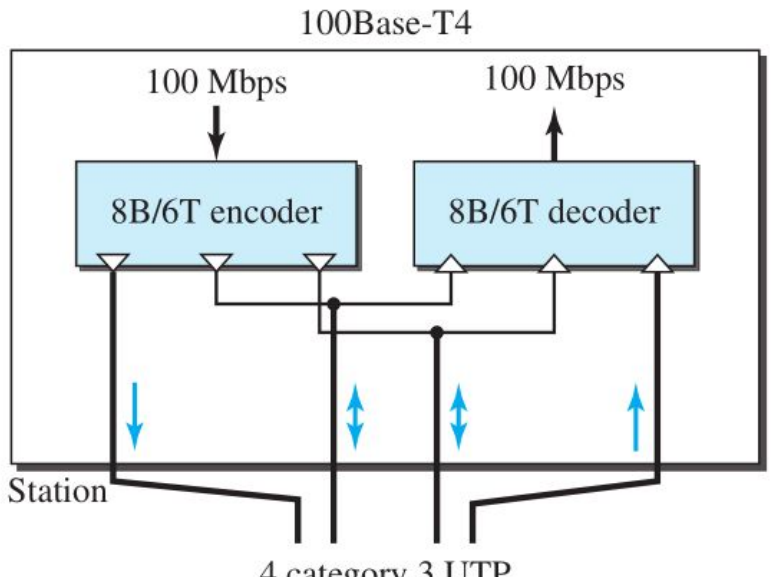
Анализ коммутируемого Ethernet

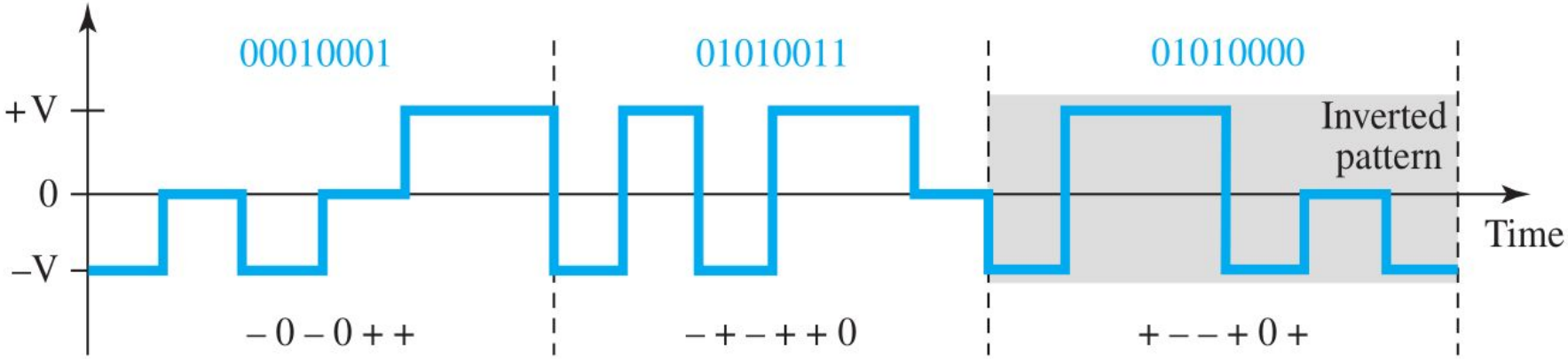






Анализ коммутируемого Ethernet

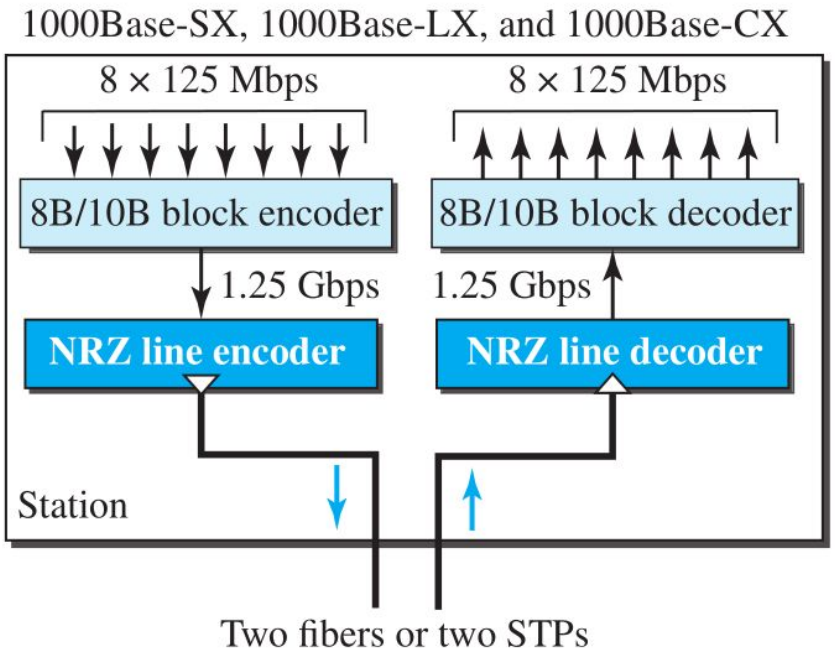


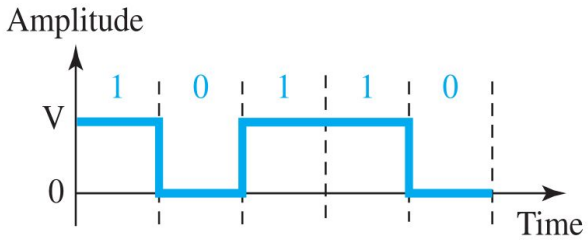


Анализ коммутируемого Ethernet

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

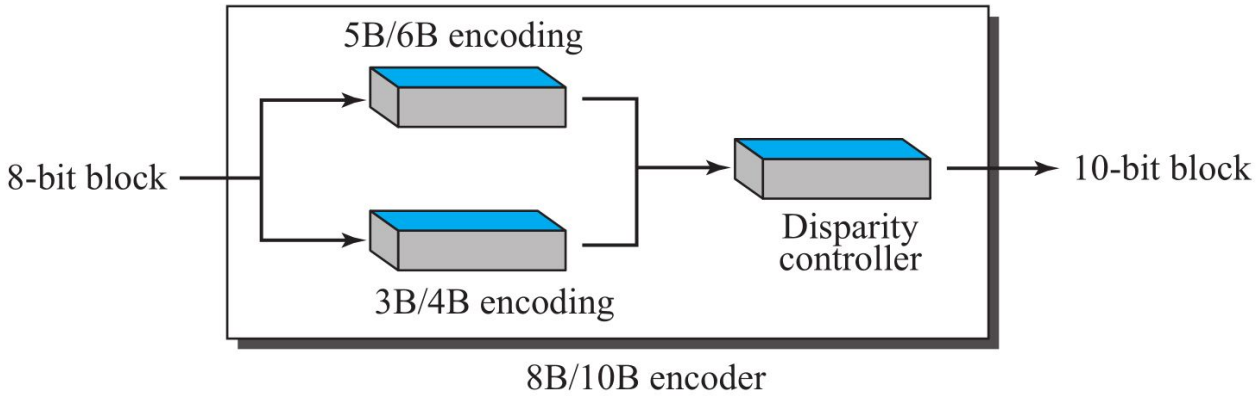
Анализ коммутируемого Ethernet



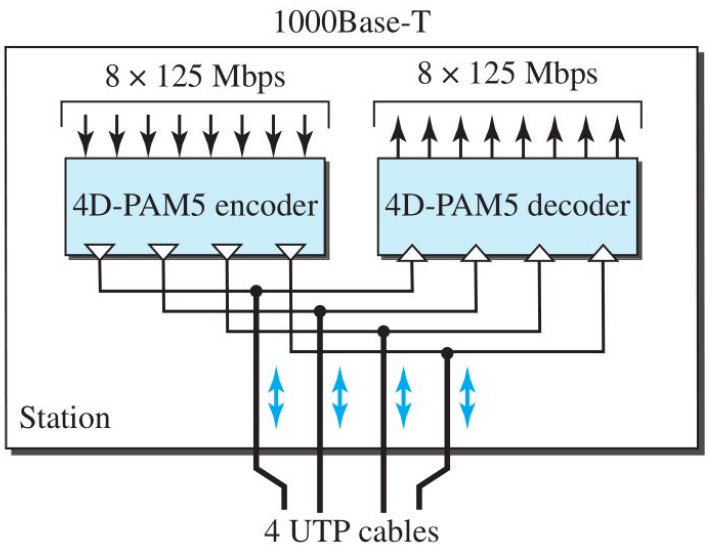


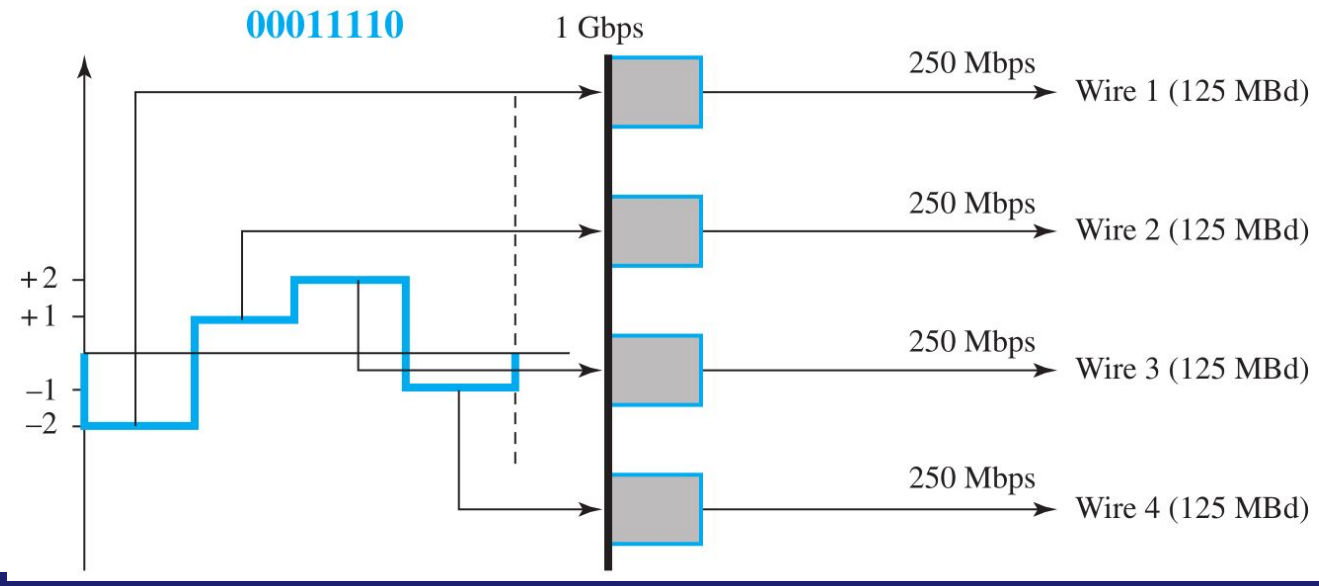
$$\frac{1}{2}V^2 + \frac{1}{2}(0)^2 = \frac{1}{2}V^2$$

Normalized power



Анализ коммутируемого Ethernet





Анализ коммутируемого Ethernet

Gigabit Ethernet

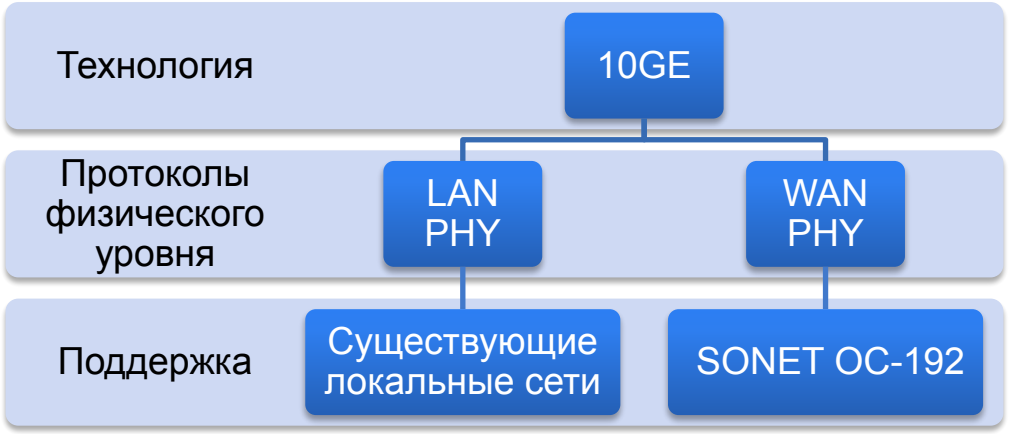
- Скорость – 1 Гбит/с
- Минимальная длина фрейма – 512 байт
- Работает в дуплексном и полудуплексном режимах

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

Анализ коммутируемого Ethernet

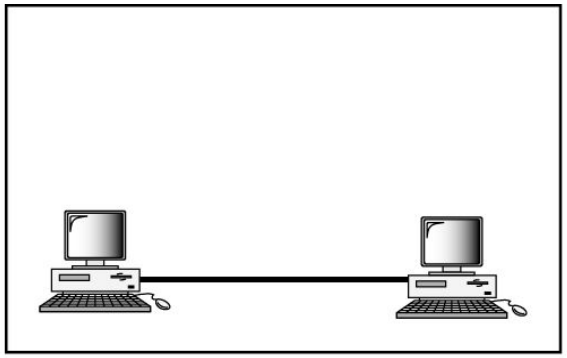
10Gigabit Ethernet

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

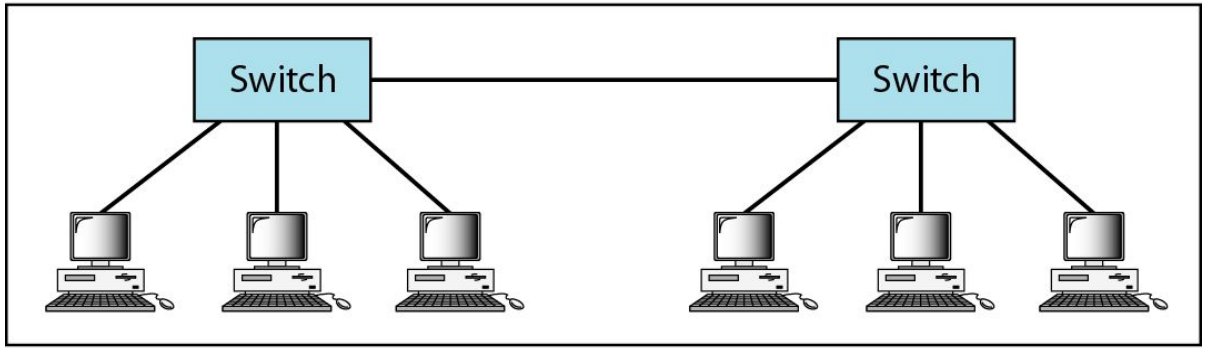


Технология	Кабель	Максимальная длина, км	Число волокон	Кодирование
10GBase-SR	Волоконно-оптический (850 мм)	0,3	2	64B66B
10GBase-LR	Волоконно-оптический (1310 мм)	10	2	64B66B
10GBase-EW	Волоконно-оптический (1350 мм)	40	2	SONET
10GBase-X4	Волоконно-оптический (1310 мм)	0,3-10	2	8B10B

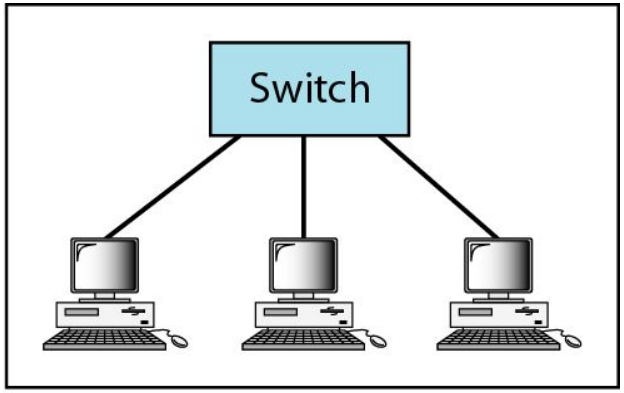
Анализ коммутируемого Ethernet



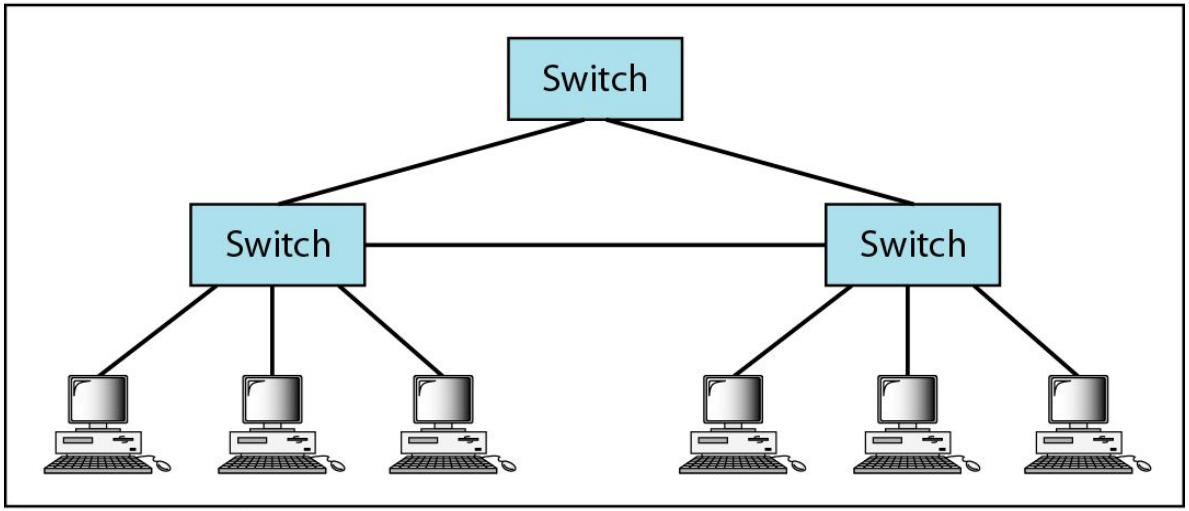
точка-точка



две звезды



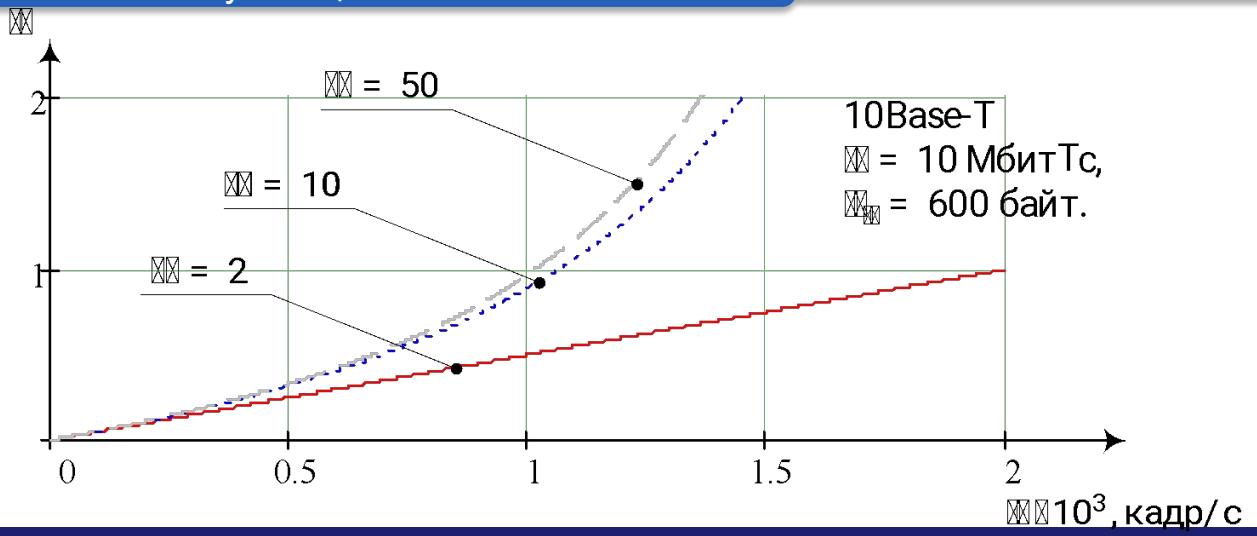
звезда



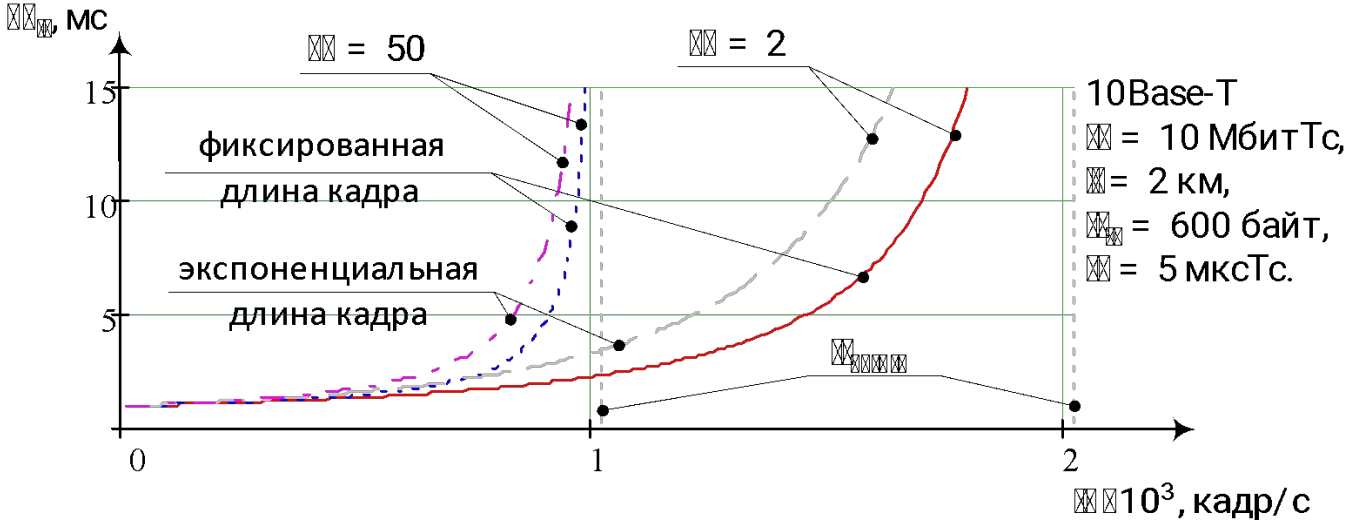
иерархия звезд

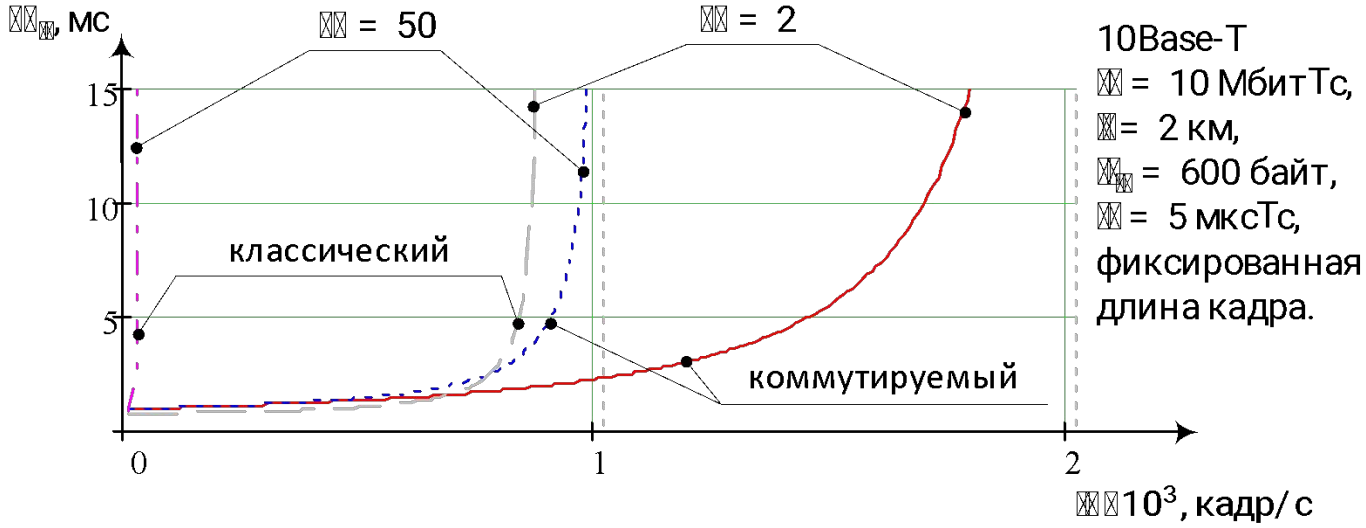
Анализ коммутируемого Ethernet

Модель	• система M/G/1
Средняя задержка передачи кадров:	• где – 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:	



Анализ коммутируемого Ethernet





2 Анализ коммутируемого Ethernet

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 передаваемого

-

Среднее время обслуживания

-

Интенсивность поступающей нагрузки

-

Задержка распространения

-

Среднее время пребывания в коммутаторе

-

2 Анализ коммутируемого Ethernet

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:

2 Выводы

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.

Литература

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

Цели занятия

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).