



---

**Образовательный комплекс**  
***Компьютерные сети***

---

Лекция 7

Сетевые кабели

**Microsoft®**

# Содержание

- Сетевые кабели
  - коаксиальный кабель
  - кабель витой пары
  - оптоволоконный кабель



# Сетевые кабели

- В качестве среды передачи данных могут выступать
  - ❑ кабель (медный или волоконно-оптический)
  - ❑ радиоэфир (радиоканалы наземной и спутниковой связи)
  - ❑ атмосфера или космическое пространство, допускающие распространение светового сигнала (инфракрасная и лазерная передача)
- В настоящее время подавляющее число сетей используют в качестве среды передачи кабельную систему. Существует большое количество типов кабелей (тысячи наименований), но в большинстве практических реализаций применяются кабели следующих типов
  - ❑ коаксиальный кабель
  - ❑ витая пара
  - ❑ оптоволоконный кабель



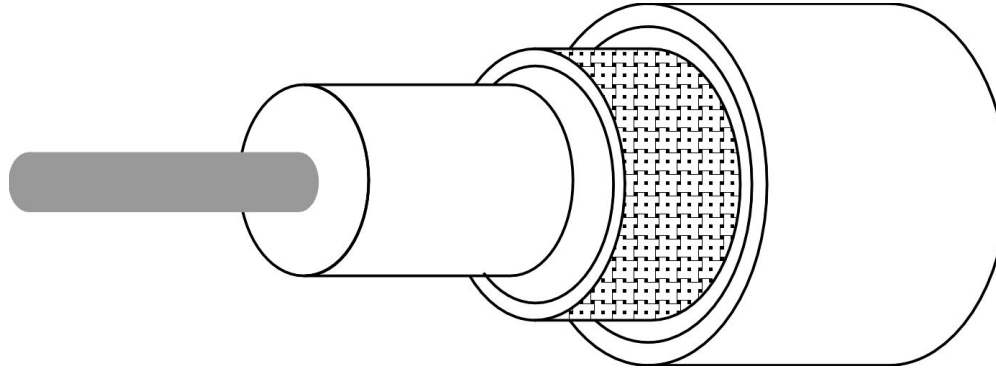
---

# Коаксиальный кабель

---

# Коаксиальный кабель

## Структура...



- Коаксиальный кабель предназначен для построения сетей с топологией "шина"
- Он состоит из
  - проводящей жилы
  - изоляции
  - металлической оплетки
  - внешней изоляции

# Коаксиальный кабель

## Структура...

- Проводящая жила – медный провод или пучок медных проводов, по которым передается информация в виде электрического сигнала
- Изоляция – слой диэлектрика который отделяет проводящую жилу от металлической оплетки. В случае повреждения изоляции сигнал из оплетки проникает в жилу, что приводит к разрушению передаваемого по жиле информационного сигнала

# Коаксиальный кабель

## Структура

- Металлическая оплетка – защищает сигнал, распространяющийся в жиле, от внешних шумов и перекрестных помех
  - В сильно зашумленных местах можно использовать кабель с двойной экранизацией (содержит металлическую оплетку и дополнительный экран из фольги) или кабель с учетверенной экранизацией (содержит два слоя оплетки и два слоя металлической фольги)
- Внешняя изоляция – наружный непроводящий защитный слой. По типу изоляции кабели разделяются на:
  - Поливинилхлоридные кабели
  - Пленумные кабели – изоляция выполнена из огнеупорного материала (тефлон). Такие кабели предназначены для использования в пленумных пространствах (над подвесные потолками и под фальшполами, в вентиляционных шахтах)

# Коаксиальный кабель

## Толстый коаксиальный кабель

- Разработан для применения в сетях Ethernet (спецификация 10Base-5)
- Описан в стандарте EIA/TIA-568 (стандарты RG-8 и RG-11)
- Новый стандарт EIA/TIA-568A его не описывает как морально устаревший



# Коаксиальный кабель

## Толстый коаксиальный кабель

### ■ Характеристики

- Диаметр жилы –  $1/12'' \approx 2,17$  мм
- Диаметр кабеля –  $1/2'' \approx 12$  мм
- Волновое сопротивление – 50 Ом

# Коаксиальный кабель

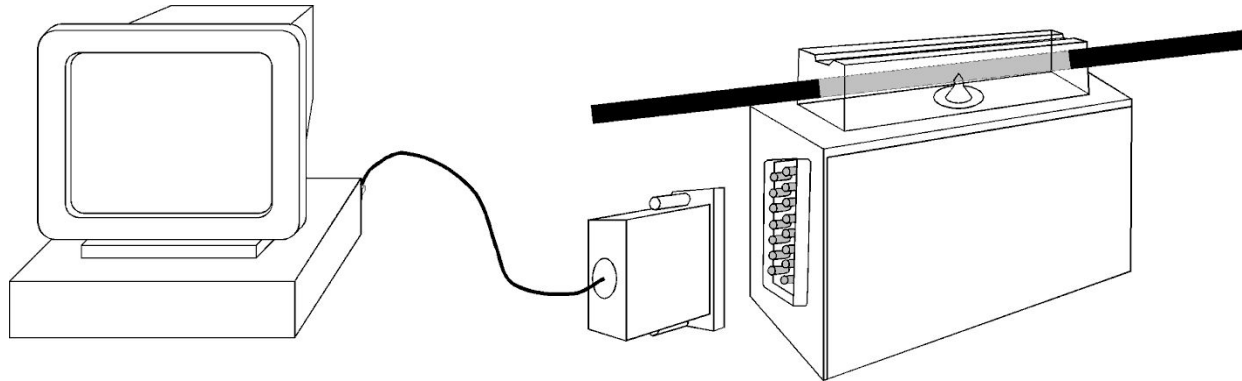
## Спецификация 10Base-5

- Предполагает использование толстого коаксиального кабеля
  - Максимальная длина сегмента – 500 м
  - Сопротивление терминаторов – 50 Ом
  - Максимальная длина сети определяется правилом "5-4-3"
    - 5 сегментов могут быть соединены посредством
    - 4 повторителей, при этом только
    - 3 сегмента могут иметь нагрузку (содержать подключенные оконечные устройства)
- Максимальная длина сети – 2500 м



# Коаксиальный кабель

## Спецификация 10Base-5



- Подключение подразумевает использование внешнего трансивера
  - Трансивер соединяется с проводящей жилой посредством специального острого коннектора, прокалывающего внешние слои кабеля (vampire tap, "зуб вампира")
  - Трансивер соединяется с NIC интерфейсным кабелем AUI (Attachment Unit Interface), состоящим из 4 витых пар
  - Для подключения используется разъем DB-15
- Максимальная длина кабеля AUI – 50 м
- Максимальное число подключений к сегменту – 100
- Минимальное расстояние между подключениями – 2,5 м

# Коаксиальный кабель

## Спецификация 10Base-5

### ■ Достоинства

- ❑ Хорошая защищенность кабеля от внешних и перекрестных помех
- ❑ Большой размер сети
- ❑ Использование внешних трансиверов с длинным кабелем AUI
  - Возможность перемещать оконечные устройства
  - Возможность замены трансивера при изменении типа основного кабеля

### ■ Недостатки

- ❑ Высокая стоимость кабеля
- ❑ Сложность прокладки из-за его высокой жесткости
- ❑ Сложность изменения структуры сети
- ❑ Останов работы всей сети при возникновении проблем



# Коаксиальный кабель

## Тонкий коаксиальный кабель

- Разработан для применения в сетях Ethernet (спецификация 10Base-2)
- Описан в стандарте EIA/TIA-568
  - RG-58 /U – кабель со сплошной медной жилой
  - RG-58 A/U – кабель с жилой из нескольких переплетенных проводов
  - RG-58 C/U – специальное военное исполнение кабеля RG-58 A/U
- Новый стандарт EIA/TIA-568A его не описывает как морально устаревший



# Коаксиальный кабель

## Тонкий коаксиальный кабель

### ■ Характеристики

- Диаметр жилы –  $1/30'' \approx 0,85$  мм
- Диаметр кабеля – около 5 мм
- Волновое сопротивление – 50 Ом



# Коаксиальный кабель

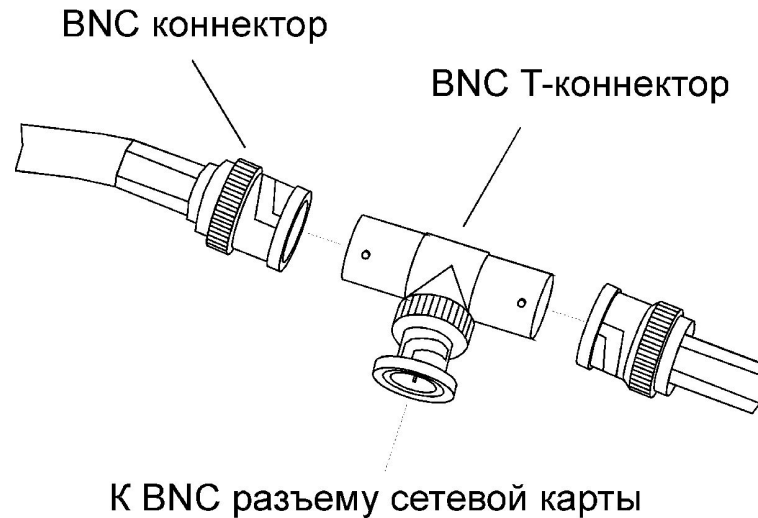
## Спецификация 10Base-2

- Предполагает использование тонкого коаксиального кабеля
  - Максимальная длина сегмента – 185 м
  - Сопротивление терминаторов – 50 Ом
  - Максимальная длина сети определяется правилом "5-4-3"
    - 5 сегментов могут быть соединены посредством
    - 4 повторителей, при этом только
    - 3 сегмента могут иметь нагрузку (содержать подключенные оконечные устройства)
- Максимальная длина сети – 925 м



# Коаксиальный кабель

## Спецификация 10Base-2

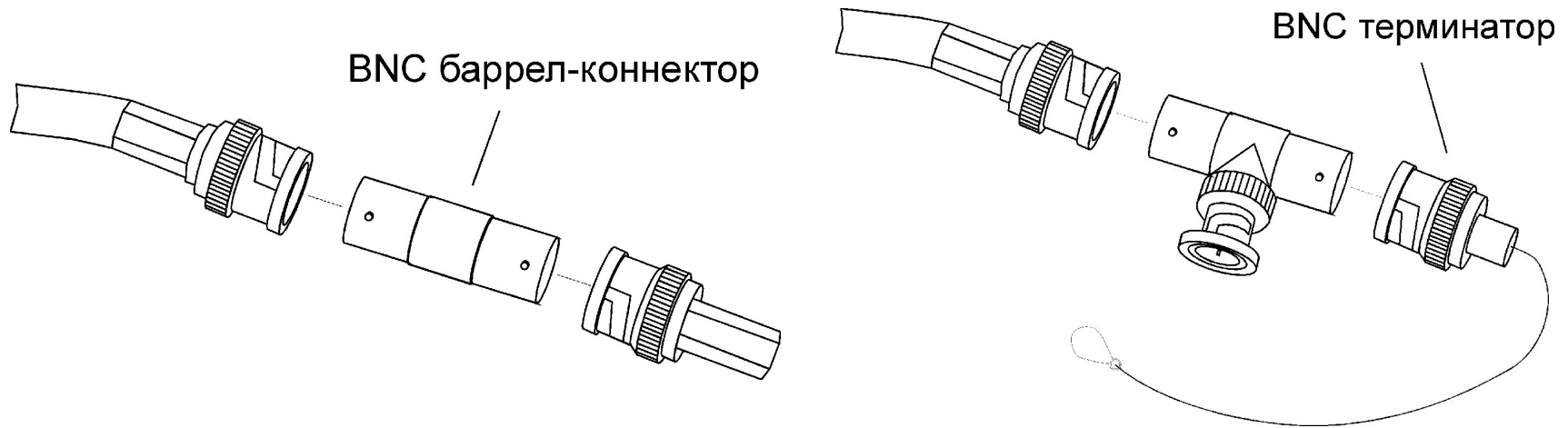


- Подключение устройства к сегменту на тонком коаксиальном кабеле использует трансивер NIC и производится с помощью BNC коннекторов (British Naval Connector)
  - В месте подключения кабель разрезается
  - Концы кабеля обжимаются BNC-коннекторами
  - BNC-коннекторы присоединяются к BNC T-коннектору, который, в свою очередь, присоединяется к BNC-разъему NIC
- Максимальное число подключений к сегменту – 30
- Минимальное расстояние между подключениями – 0,5 м



# Коаксиальный кабель

## Спецификация 10Base-2



- Семейство BNC-коннекторов, используемых для работы с тонким коаксиальным кабелем, включает
  - ❑ BNC-коннектор
  - ❑ BNC T-коннектор
  - ❑ BNC терминатор
  - ❑ BNC баррел-коннектор – используется для увеличения длины сегмента

# Коаксиальный кабель

## Спецификация 10Base-2

### ■ Достоинства

- ❑ Достаточно хорошая защищенность кабеля от внешних и перекрестных помех (но хуже, чем в 10Base-5)
- ❑ Меньшая стоимость кабеля чем в 10Base-5
- ❑ Простота прокладки и возможность изменения конфигурации сети
  - Тонкий коаксиальный кабель достаточно гибкий
  - Фактически, оконечные устройства попарно соединяются друг с другом, поэтому возможны вставка и удаление устройства и кабеля в любом месте сегмента

### ■ Недостатки

- ❑ Останов работы всей сети при возникновении проблем
- ❑ Большое количество соединений ухудшает характеристики среды передачи и существенно понижает надежность



# Кабель витой пары

- Кабель витой пары предназначен для соединения двух устройств. Обычно он применяется для соединения центральных устройств с оконечными в топологиях "звезда" и "кольцо".
- Витая пара - это два провода, перевитых вокруг друг друга. Кабель витой пары - это несколько пар проводов (обычно 4), заключенных в одну защитную оболочку.



# Кабель витой пары



- Кабель неэкранированной витой пары (Unshielded Twisted Pair, UTP) не содержит дополнительных составляющих
- Кабель экранированной витой пары (Shielded Twisted Pair, STP) содержит экранирующую оболочку и имеет множество разновидностей в зависимости от способа экранирования, например
  - ❑ Screened Twisted Pair (ScTP) – каждая пара заключена в отдельный экран
  - ❑ Foiled Twisted Pair (FTP) – витые пары заключены в общий экран из фольги
  - ❑ Pair in Metal Foil (PiMF) – каждая пара завернута в полоску металлической фольги, а все пары - в общий экранирующий чулок
  - ❑ и т.д.

# Кабель витой пары

- Применяется в большом количестве приложений (Ethernet, Token Ring, ATM и т.д.)
- Стандарты EIA/TIA-568 и EIA/TIA-568A описывают категории UTP
- Фирменный стандарт IBM описывает типы кабелей (Type1, Type2 и т.д.) – часть из них являются кабелями UTP и STP



# Кабель витой пары

## Категории UTP...

### ■ Категория 1

- Используется для цифровой и аналоговой передачи голосовой информации и низкоскоростной (до 20 Кбит/с) передачи данных

### ■ Категория 2

- Кабели категории 2 были впервые применены IBM при построении собственной кабельной системы
- Обеспечивает передачу данных со скоростью до 4 Мбит/с

# Кабель витой пары

## Категории UTP

### ■ Категория 3 (1991 г.)

- ❑ "Стандарт телекоммуникационных кабельных систем для коммерческих зданий" (EIA-568) определил электрические характеристики кабелей категории 3 для частот до 16 МГц
- ❑ Предназначен для передачи голоса и данных со скоростью до 10 Мбит/с
- ❑ Волновое сопротивление – 100 Ом

### ■ Категория 4 (1993 г.)

- ❑ Определяет электрические характеристики кабелей для частот до 20 МГц
- ❑ Представляет собой улучшенный вариант кабеля категории 3 и способен передавать данные с большей скоростью (до 16 Мбит/с) и на большие расстояния
- ❑ Волновое сопротивление – 100 Ом

# Кабель витой пары

## Категории UTP

### ■ Категория 5

- Специально разработана для поддержки высокоскоростных технологий
- Определяет электрические характеристики кабелей категории 5 для частот до 100 МГц
- Каждая из четырех пар имеет собственный шаг скрутки
- Волновое сопротивление – 100 Ом

### ■ Категория 6

- Определяет электрические характеристики кабелей категории 6 для частот до 200 (или 250) МГц

### ■ Категория 7

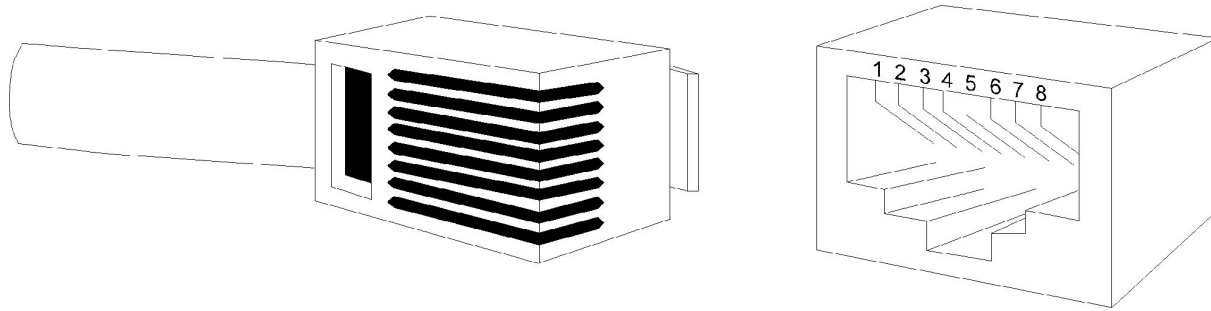
- Определяет электрические характеристики кабелей категории 7 для частот до 600 МГц
- Кабель обязательно должен быть экранированным





# Кабель витой пары

## Способ подключения



- Для подключения кабеля витой пары к устройству используются 8-контактные вилки и розетки RJ-45
- Стандарт EIA/TIA-568 определяет соответствие цветов проводников номерам разъемов и нумерацию пар проводников/контактов
  - Стандарт определяет 2 варианта

# Кабель витой пары

## Соответствие цветов проводников контактам розетки

### ■ EIA/TIA-T568A

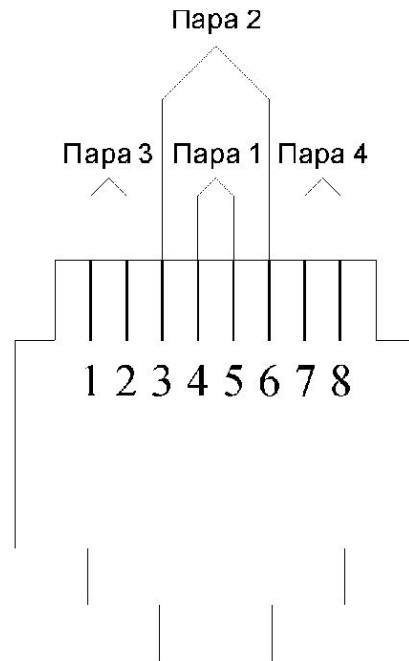
- бело-оранжевый
- оранжевый
- бело-зеленый
- синий
- бело-синий
- зеленый
- бело-коричневый
- коричневый

### ■ EIA/TIA-T568B

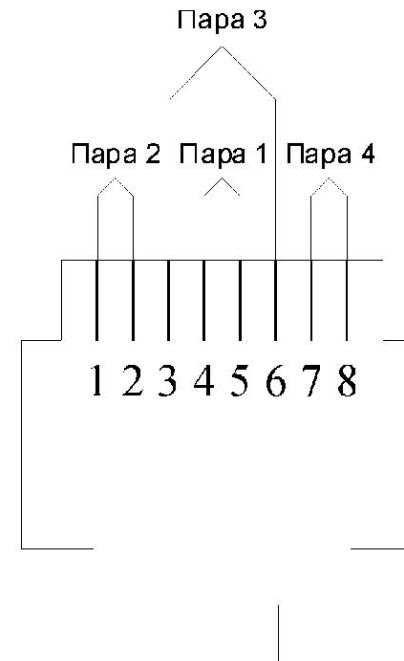
- бело-зеленый
- зеленый
- бело-оранжевый
- синий
- бело-синий
- оранжевый
- бело-коричневый
- коричневый

# Кабель витой пары

## Нумерация пар



TIA/EIA-T568A



TIA/EIA-T568B

- Стандарт EIA/TIA-568 также определяет 2 варианта нумерации пар проводников

# Кабель витой пары

## Прямые и перекрестные кабели

- Кабель витой пары предназначен для соединения двух устройств
- У **прямого** кабеля оба конца подключены к разъему одинаковым способом (T568A или T568B)
  - Используется для подключения оконечных устройств к центральному в топологиях звезда и кольцо (б)
- У **перекрестного** кабеля концы подключены к разъему разными способами (один – T568A, другой – T568B)
  - Используются для прямого подключения оконечных устройств или хабов через обычные порты
- Современные устройства способны самостоятельно определять, кабелем какого типа их соединили



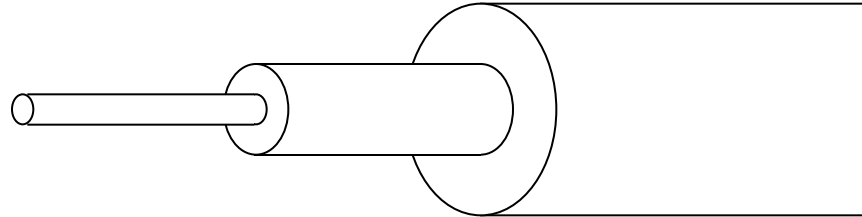
# Коаксиальный кабель

## Спецификация 10Base-T

- Предполагает использование кабеля неэкранированной витой пары категории 3
- Максимальное расстояние между связанными устройствами – 100 м
- Максимальная длина сети определяется следующим правилом "4 хабов": максимальное число концентраторов между любыми двумя узлами сети не должно превышать 4
- Максимальный диаметр сети (максимальное расстояние между двумя узлами) – 500 м



# Оптоволоконный кабель



- Оптоволоконный кабель предназначен для высокоскоростной передачи данных между двумя устройствами
- Он состоит из следующих компонент
  - световодная жила - чрезвычайно тонкий стеклянный цилиндр, по которому распространяется сигнал
  - оболочка жилы из вещества с иным коэффициентом преломления, чем у жилы (распространяясь по жиле, лучи света не выходят за ее пределы)
  - внешняя оболочка (пластик, кевлар)
- Для подключения кабеля используются разъемы типов MIC, ST, SC и другие

# Оптоволоконный кабель

- В зависимости от распределения параметра преломления (от расстояния от центра жилы) и величины диаметра жилы различают
  - одномодовое волокно
    - имеет диаметр жилы 5-10 мкм
    - способно передавать только один сигнал
    - имеет полосу пропускания до сотен ГГц/км
    - технологически сложно в изготовлении и использовании
  - многомодовое волокно со ступенчатым или плавным изменением показателя преломления
    - имеет диаметр жилы 50-60 мкм (два наиболее употребительных варианта: 50/125 мкм и 62,5/125 мкм)
    - способно передавать одновременно несколько сигналов
    - имеет полосу пропускания 500-800 МГц



# Оптоволоконный кабель

## Преимущества и недостатки

### ■ Преимущества

- ❑ Высокая частота несущей, позволяющая передавать информацию с большой скоростью
  - Для передачи информации используется свет с длиной волны 1,55 мкм, 1,3 мкм, 0,85 мкм
- ❑ Очень малое (по сравнению с другими средами) затухание сигнала в оптоволокне
- ❑ Волокно изготовлено из кварца, основу которого составляет двуокись кремния, широко распространенного и недорогого материала (в отличие от меди)
- ❑ Компактность и легкость
- ❑ Устойчивость к электромагнитным помехам.
- ❑ Защищенность от несанкционированного доступа
- ❑ Долговечность – Время жизни волокна, то есть сохранение им своих свойств в определенных пределах, превышает 25 лет

### ■ Недостатки

- ❑ Для выполнения монтажа оптоволоконного кабеля требуется относительно дорогое оборудование
- ❑ Некачественное соединение резко снижает характеристики кабеля





# Коаксиальный кабель

## Спецификации 10Base-F

- Предполагает использование оптоволоконного кабеля (2 оптоволоконна)
  - Рекомендуется использовать многомодовый кабель с полосой пропускания 500-800 МГц на 1км
  - Можно использовать одномодовый кабель
- Существующие спецификации
  - FOIRL (Fiber Optic Inter-Repeater Link)
    - Максимальное расстояние между связанными устройствами – 1000 м
    - Действует правило 4-х хабов
    - Максимальный диаметр сети – 2500 м (это ограничение технологии, а не спецификаций физического уровня)
  - 10Base-FL
    - Максимальное расстояние между связанными устройствами – 2000 м
    - Действует правило 4-х хабов
    - Максимальный диаметр сети – 2500 м
  - 10Base-FB
    - Предназначен только для соединения повторителей
    - Максимальное расстояние между повторителями – 2000 м
    - Действует правило 5-и хабов (!)
    - Максимальный диаметр сети – 2740 м



# Заключение

- В настоящее время для построения локальных сетей преимущественно используется кабель неэкранированной витой пары, при создании высокоскоростных сетей или прокладке магистралей – оптоволоконный



---

# Тема следующей лекции

- Структурированная кабельная система
- Методы кодирования



---

# Вопросы для обсуждения



# Литература

- В.Г. Олифер, Н.А. Олифер.  
Компьютерные сети. Принципы,  
технологии, протоколы. СПб:  
Питер, 2001.

