

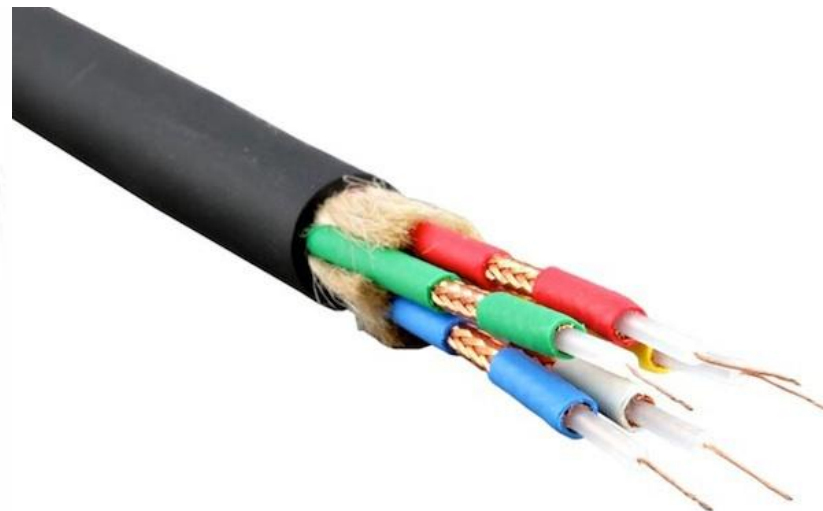
Лекция 7. Коаксиальный кабель

Лекция по дисциплине «Инфокоммуникационные системы и сети»

Преподаватель: к.т.н., доцент,
доцент кафедры автоматизации и информационных систем
Грачев Виталий Викторович

Определение «коаксиальный кабель»

- ▶ Коаксиальный кабель (от лат. *co* – совместно и *axis* – ось, то есть *соосный*) – электрический кабель, состоящий из центрального проводника и экрана, расположенных соосно и разделённых изоляционным материалом или воздушным промежутком.
- ▶ Изобретён и запатентован в 1880 году британским физиком Оливером Хевисайдом.

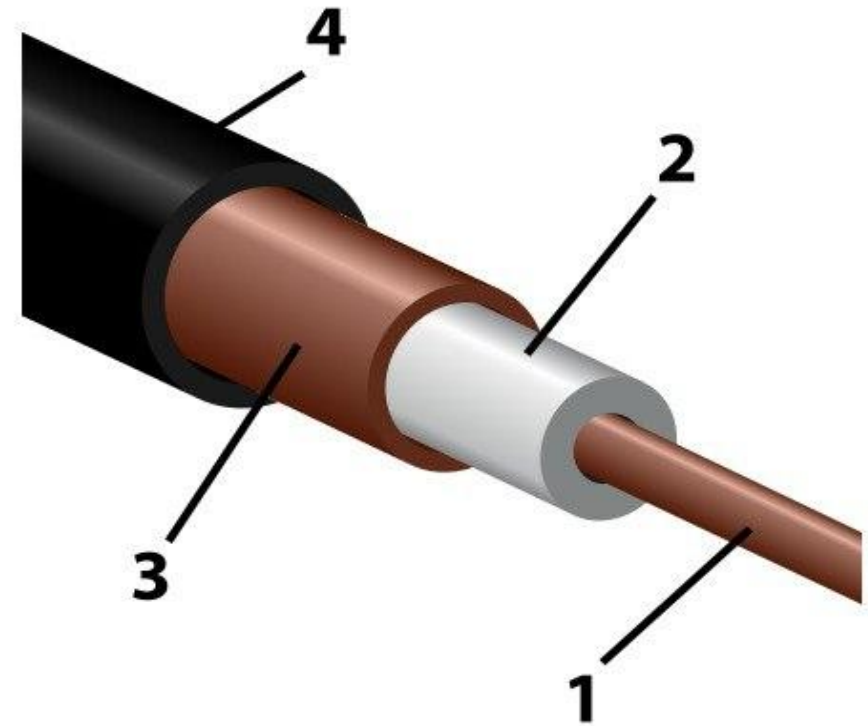


Особенности коаксиального кабеля. Области применения

- ▶ Основной конструктивной особенностью считаются два проводника, расположенные на одной оси и разделенные во внешней оболочке диэлектрическим материалом.
- ▶ Традиционно коаксиальный кабель применялся в общественных телевизионных антеннах для передачи сигнала к телевизорам.
- ▶ В дальнейшем он стал широко использоваться в компьютерных сетях, кабельном телевидении, системах видеонаблюдения и других инженерных радиотехнических комплексах.
- ▶ В настоящее время коаксиальный кабель постепенно вытесняется современными высокоскоростными беспроводными технологиями передачи данных, однако в своих традиционных областях он продолжает пользоваться стабильным устойчивым спросом.



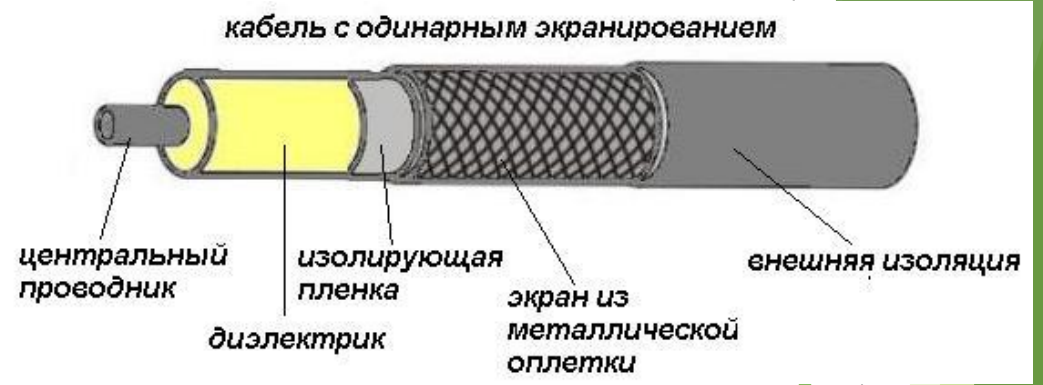
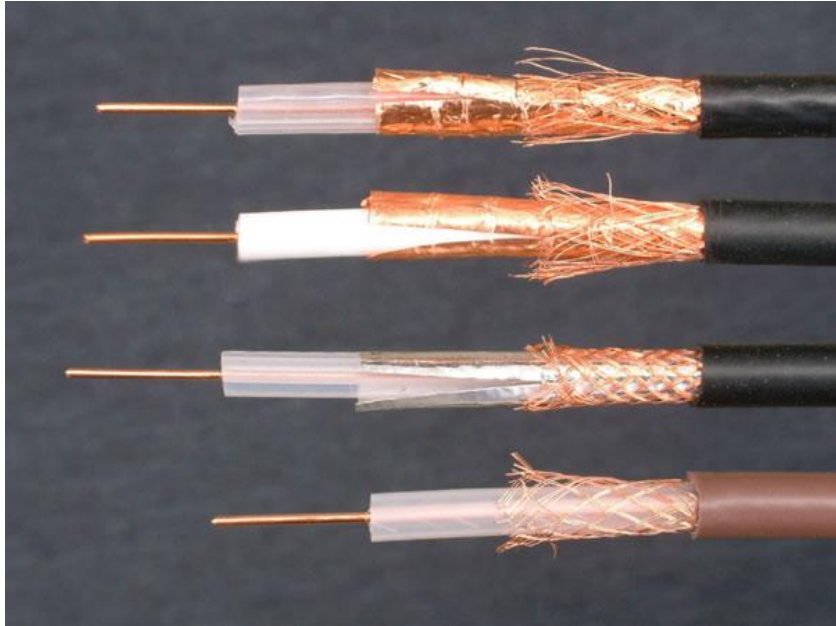
Конструкция коаксиального кабеля



Конструкция коаксиального кабеля

- ▶ Простейшая конструкция коаксиального кабеля включает в себя медную жилу, заключенную в изоляцию, металлическую экранирующую оплетку и внешнюю оболочку.
- ▶ В некоторых модификациях дополнительно присутствует слой фольги, что означает двойную экранизацию.
- ▶ Наиболее сильные помехи преодолеваются кабелями, содержащими четыре экранизации, включающей два слоя фольги и два слоя металлической оплетки.
- ▶ Некоторые кабели могут быть снаружи покрыты металлической сеткой, выполняющей функцию дополнительного экрана. Он обеспечивает надежную защиту данных, передаваемых по кабелю, одновременно поглощая помехи или шумы в виде внешних электромагнитных сигналов. Наличие такого экрана не позволяет помехам исказить передаваемые данные.

Многообразие конструкций коаксиального кабеля



а) «Тонкий» коаксиальный кабель



б) «Толстый» коаксиальный кабель



Достоинства коаксиального кабеля

- ▶ Широкополосный кабель может использоваться для передачи речи, данных, радио, телевидения и видео.
- ▶ Кабель относительно просто устанавливать.
- ▶ Коаксиальные кабели имеют доступную цену по сравнению с другими типами кабелей.
- ▶ Высокочастотные приложения (до 4 ГГц на расстояниях до нескольких сотен метров).
- ▶ Широкая полоса пропускания.
- ▶ Стабильные характеристики для широких рабочих областей частот.
- ▶ Сравнительно малое затухание.
- ▶ К нему труднее механически подключиться для несанкционированного прослушивания сети.

Недостатки коаксиального кабеля

- ▶ Легко повреждается и иногда с ним трудно работать, особенно в случае толстого коаксиального кабеля.
- ▶ С коаксиальным кабелем труднее работать, чем с кабелем на витой паре.
- ▶ Некоторые толстые коаксиальные кабели дороже устанавливать, особенно если их нужно проложить через существующие проводки для кабелей.
- ▶ Коннекторы могут быть дорогими.
- ▶ Коннекторы трудно устанавливать.
- ▶ Коаксиальный кабель предоставляет ограниченную по сравнению с оптоволоконном полосу пропускания.

Классификация коаксиального кабеля

Классификационные признаки коаксиального кабеля

Назначение
коаксиального кабеля

Волновое сопротивление

Диаметр изоляции

Гибкость

Степень экранирования

Место прокладки кабеля

Количество жил
внутреннего проводника

Группа изоляции и категория
теплостойкости

Категория кабеля по
шкале Radio Guide

Классификация коаксиального кабеля по назначению

Назначение коаксиального кабеля

Сети кабельного телевидения

Системы связи

Компьютерные сети

Авиационная и космическая техника

Автоматика и сигнализация

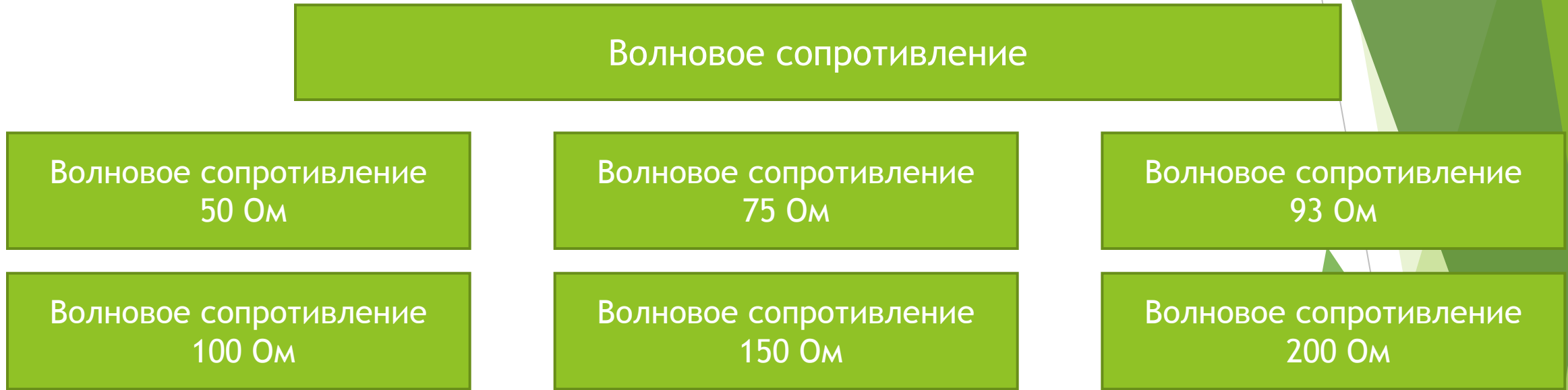
Системы измерения, дистанционного управления и контроля

Военная техника

Медицинская техника

Области специального назначения

Классификация коаксиального кабеля по волновому сопротивлению



Волновое сопротивление – характеристика среды распространения волны.

Волновое сопротивление – основная характеристика коаксиального кабеля, характеризующая затухание амплитуды сигнала в кабеле на 1 погонный метр.

50 Ом. Самый распространенный стандарт коаксиального кабеля. Оптимальные характеристики по передаваемой мощности сигнала, электрической изоляции, минимальные потери сигнала при передаче радиосигнала.

75 Ом. Был широко распространен в СССР в части передачи телевизионного и видеосигнала.

100 Ом, 150 Ом, 200 Ом. Применяются крайне редко, в узкоспециализированных задачах.

Классификация коаксиального кабеля по диаметру изоляции

Диаметр изоляции

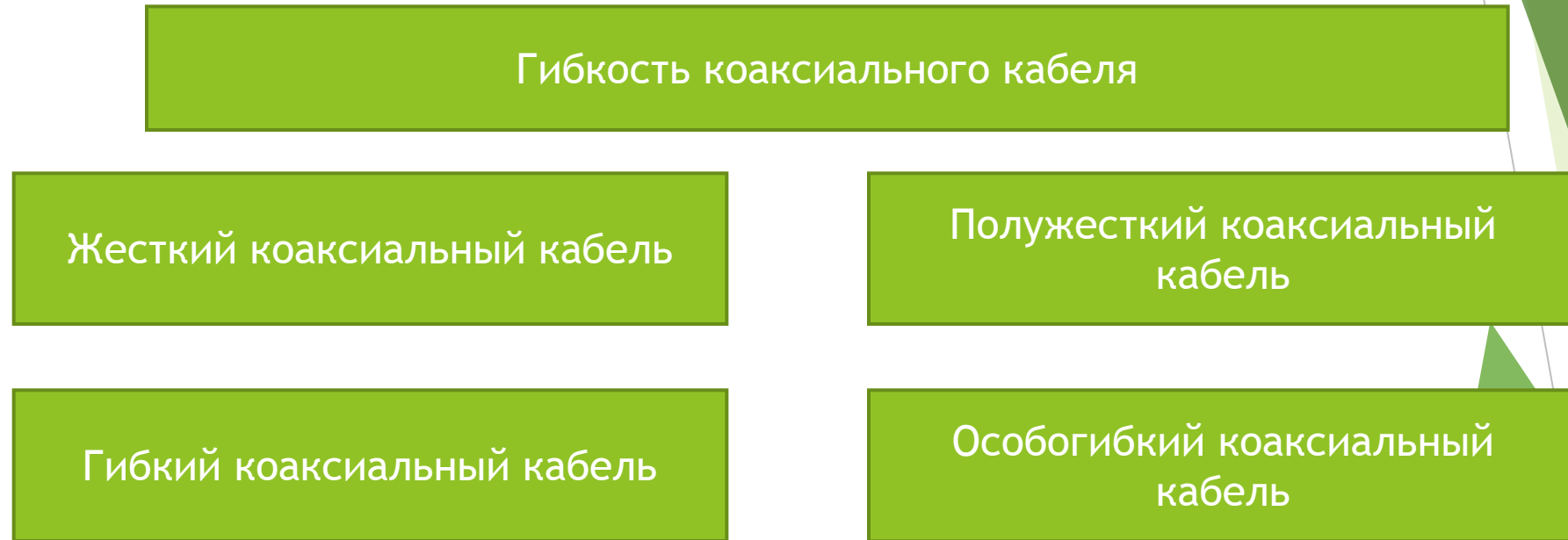
Субминиатюрный коаксиальный кабель с диаметром изоляции до 1 мм

Миниатюрный коаксиальный кабель с диаметром изоляции от 1,5 до 2,95 мм

Среднегабаритный коаксиальный кабель с диаметром изоляции от 3,7 до 11,5 мм

Крупногабаритный коаксиальный кабель с диаметром изоляции более 11,5 мм

Классификация коаксиального кабеля по гибкости



Гибкие кабели поставляются с размерами 1/4, 3/8 и 1/2 дюймов. Конструкция внешнего проводника позволяет выполнять изгибы кабеля малого радиуса, допускает многократные изгибы и повторную укладку кабеля.

Гибкие кабели имеют много преимуществ по сравнению с обычными коаксиальными кабелями, например: малые искажения сигнала, малое затухание, непрерывная экранировка электромагнитных и радиопомех, меньший радиус изгиба, лучшая работа на большой мощности

Классификация коаксиального кабеля по степень экранирования

Степень экранирования

Кабель со сплошным экраном из металлической трубки

Кабель со сплошным экраном из луженой оплетки

Кабель с обычным экраном с однослойной оплеткой

Кабель с обычным экраном с двух- и многослойной оплеткой и с дополнительными экранирующими слоями

Излучающие кабели, имеющие намеренно низкую степень экранировки

Классификация коаксиального кабеля по месту прокладки кабеля

Место прокладки кабеля

Кабель для прокладки внутри помещений
(внутренний)

Кабель для прокладки вне помещений
(внешний)

Коаксиальный кабель для внутренней прокладки должен быть в оболочке ПВХ. Она предохраняет от механических воздействий, прочна и пожаростойка. Монтаж системы производится в коробах, гофротрубах или под фальш-потолком, под плинтусами.

Коаксиальный кабель для прокладки вне помещений должен отвечать многим характеристикам: прочный, гибкий, защищенный, выдерживающий перепады температуры, влагостойкий, морозостойкий, пожаробезопасный.

Классификация коаксиального кабеля по количеству жил внутреннего проводника

Количество жил внутреннего проводника

Одножильный коаксиальный кабель



Многожильный коаксиальный кабель



Классификация коаксиального кабеля по группе изоляции и категории теплостойкости

Группа изоляции и категория теплостойкости

Кабель обычной теплостойкости со сплошной изоляцией

Кабель повышенной теплостойкости со сплошной изоляцией

Кабель обычной теплостойкости с полувоздушной изоляцией

Кабель повышенной теплостойкости с полувоздушной изоляцией

Кабель обычной теплостойкости с воздушной изоляцией

Кабель повышенной теплостойкости с воздушной изоляцией

Кабель высокой теплостойкости

Классификация коаксиального кабеля по категории кабеля по шкале Radio Guide

Категории кабеля по шкале Radio Guide

«Толстый» коаксиальный кабель: RG-8

«Тонкий» коаксиальный кабель: RG-58

Телевизионный коаксиальный кабель:
RG-59, RG-6

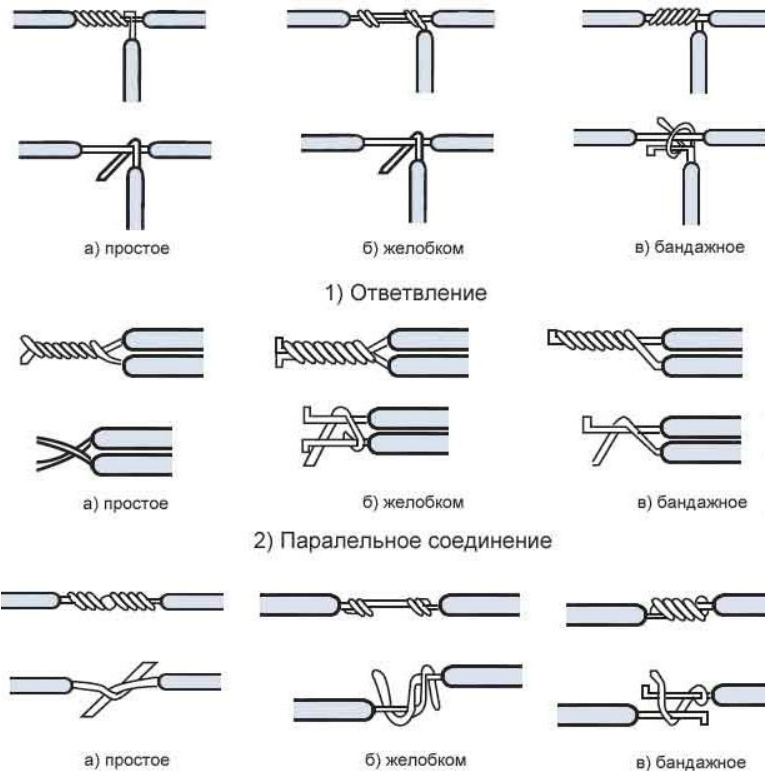
Магистральный коаксиальный кабель:
RG-11, S1160

Коаксиальный кабель технологии ARCNet:
RG-62

Кабельные интерфейсы коаксиального кабеля

Способы подключения коаксиального кабеля

Неразъемное соединение (пайка)



Разъемное соединение (коннекторы)

	RG6, RG59 compression	
	RG6, RG59 compression	
	RG6, RG59 compression	

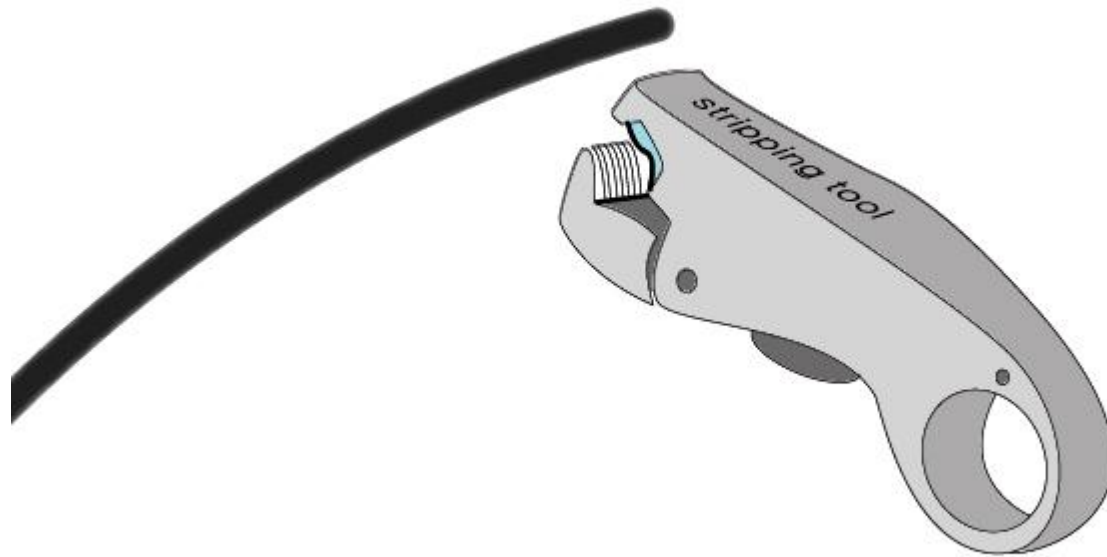


Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 1.



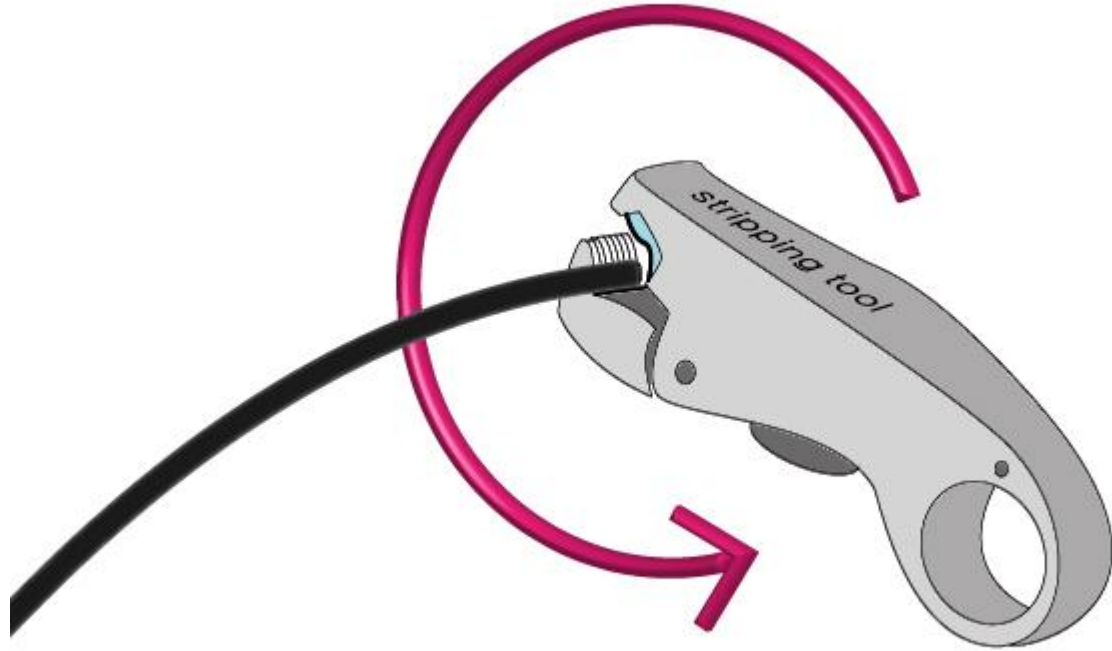
Подготовьте концы. Обрежьте концы коаксиального кабеля, которые хотите соединить. Используйте небольшие кусачки. Концы должны иметь ровный, а не скошенный срез. Пальцами восстановите правильную форму концов кабеля. Верните концам кабеля форму цилиндра. При обрезке под воздействием давления они скорее всего изменят свою форму.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 2.



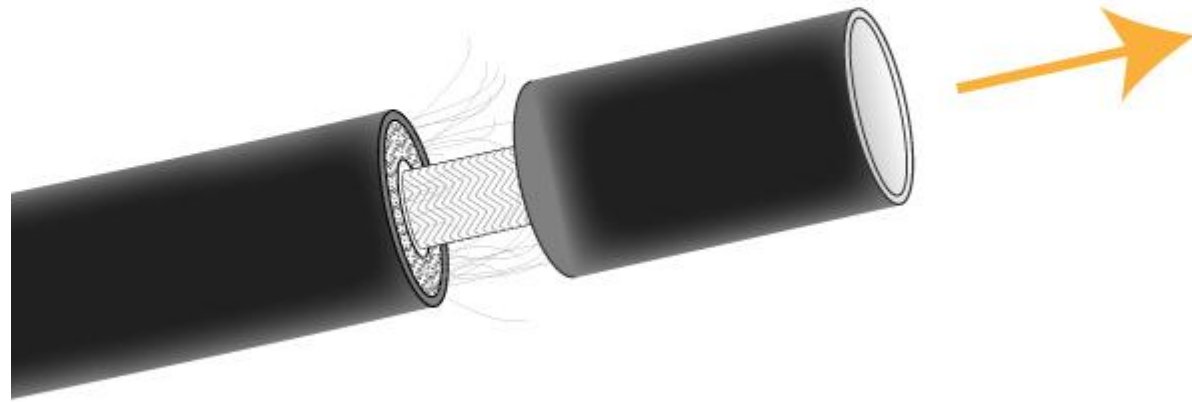
Вставьте кабели по одному в инструмент для зачистки коаксиального кабеля (стриппер). Когда вставляете кабель, убедитесь, что он сидит вплотную к стенке или к направляющей стриппера. Это гарантирует правильную длину снятия изоляции.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 3.



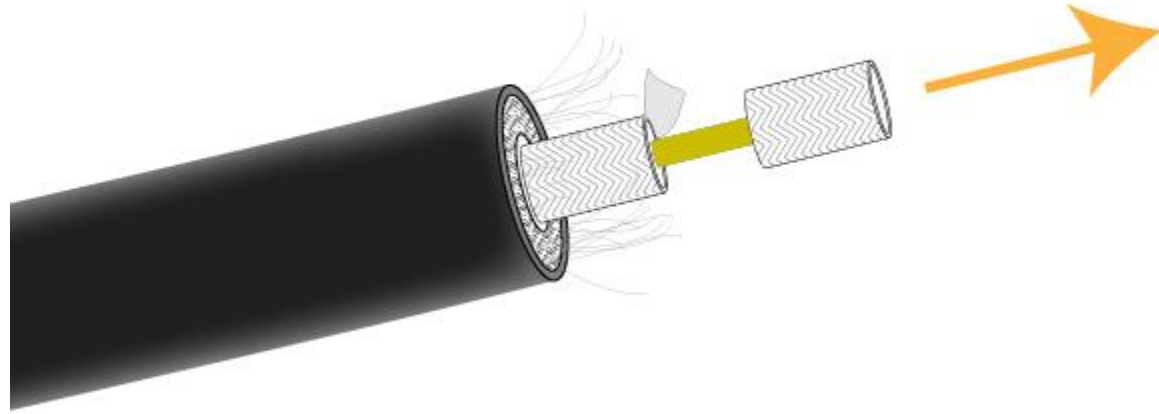
Зажмите стриппер вокруг кабеля. Как только вы зажали кабель стриппером, поверните стриппер 4-5 раз вокруг кабеля. Вращайте стриппер только в одном месте каждого кабеля. Не применяйте усилий, направленных на "стягивание" изоляционного покрытия кабеля.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 4.



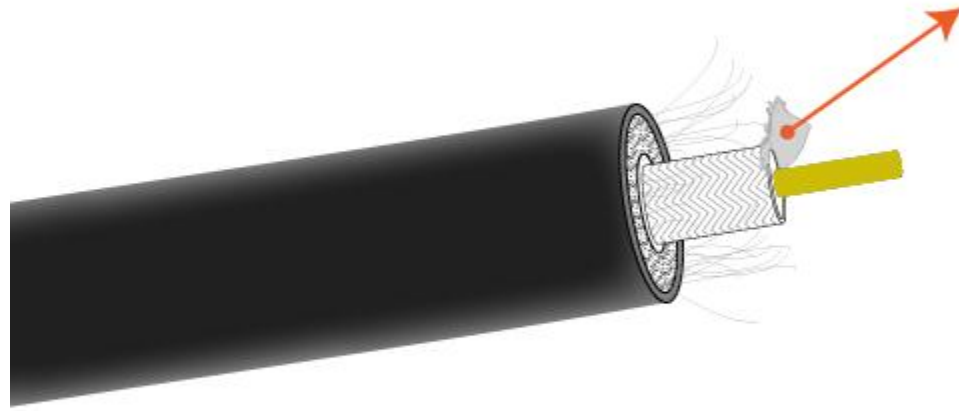
После завершения зачистки уберите стриппер. Стриппер делает 2 надреза одновременно. Аккуратно снимите пальцами материал с концов кабеля. Таким образом вы обнажите центральный проводник каждого кабеля.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 5.



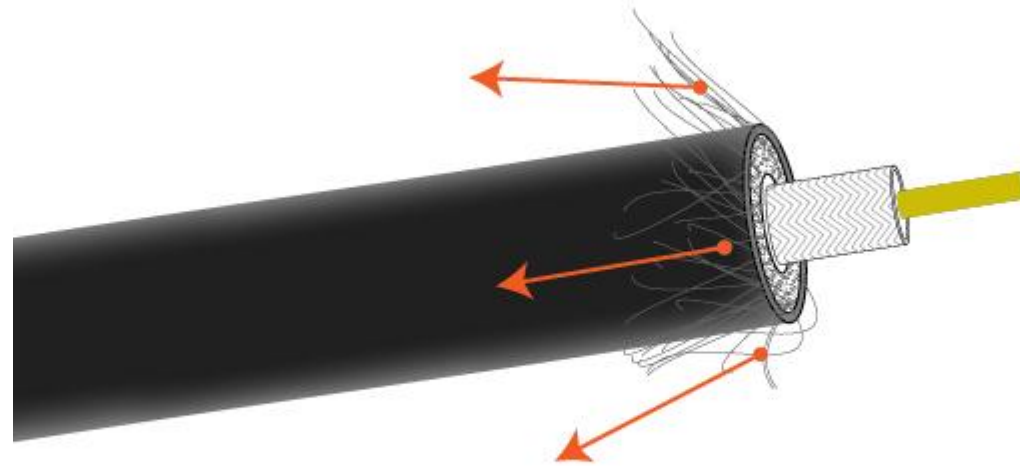
Снимите внешнюю изоляцию, которая была отделена от каждого кабеля вторым надрезом стриппера. Аккуратно потяните пальцами. Таким образом вы обнажите слой фольги на каждом кабеле.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 6.



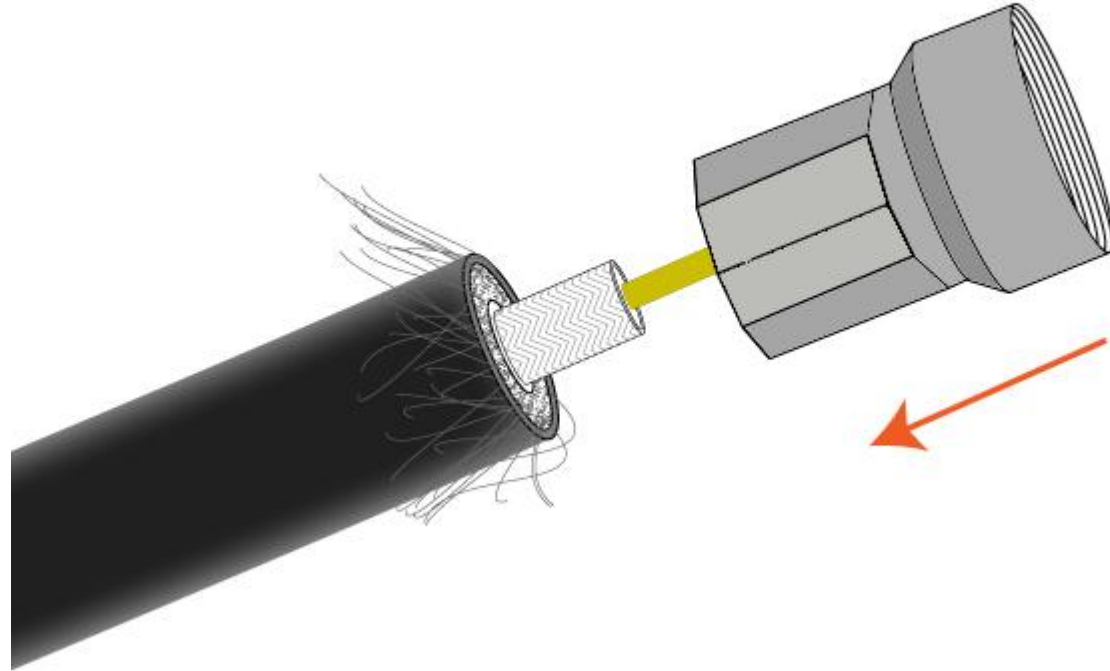
Оторвите фольгу на каждом кабеле. Таким образом вы откроете металлическую сетку на кабелях.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 7.



Пальцами заверните металлическую сетку на каждом кабеле. Не обрывайте фольгу под металлической сеткой. Этот слой фольги защищает внутреннюю изоляцию. Заверните металлическую сетку на концах таким образом, чтобы она проходила снаружи внешней изоляции каждого кабеля.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 8.



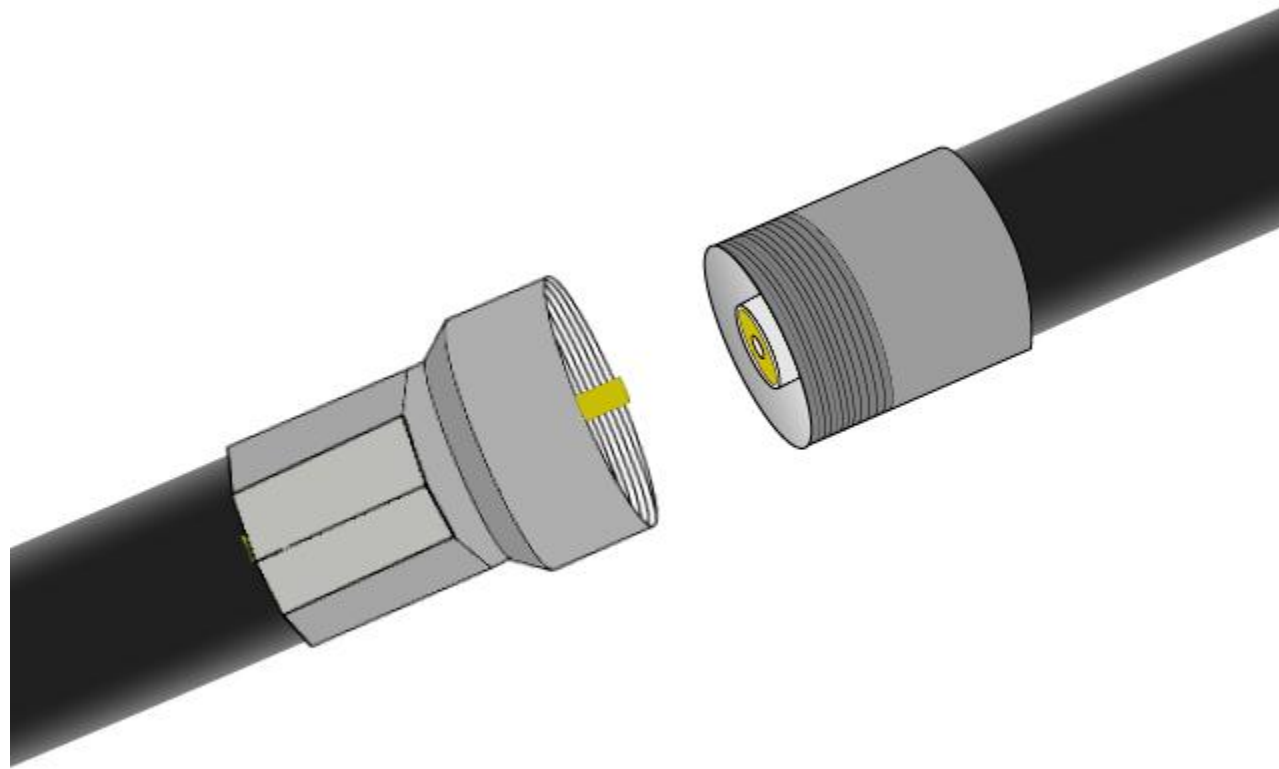
Зажмите конец каждого кабеля в разъеме F-типа. Убедитесь, что с внутренней стороны F-разъема виден центральный изолятор кабеля. Возможно, для правильной усадки разъема придется надевать разъем с небольшим усилием и покачиваниями. Надавливайте на разъем только прямо. Не вращайте кабель внутри разъема.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 9.



Обожмите соединение. Поместите каждый разъем F-типа в обжимной инструмент, который можно приобрести в магазинах радиодеталей. Выполните обжим, полностью сжимая ручку обжимного инструмента. Отпустите ручку и откройте обжимной инструмент. Выньте готовое обжатое соединение из обжимного инструмента.

Этапы монтажа коаксиального кабеля. Этап 10.



Закончите процесс соединения. Подсоедините 2 кабеля к концам BNC-разъема типа "мама-мама". Их можно купить в магазинах радиодеталей.

Этапы монтажа коаксиального кабеля



1.



2.



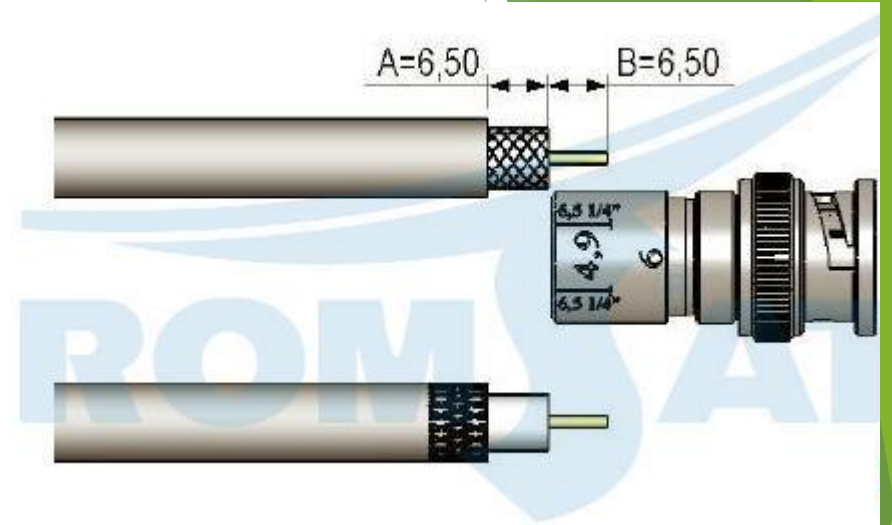
3.



4.



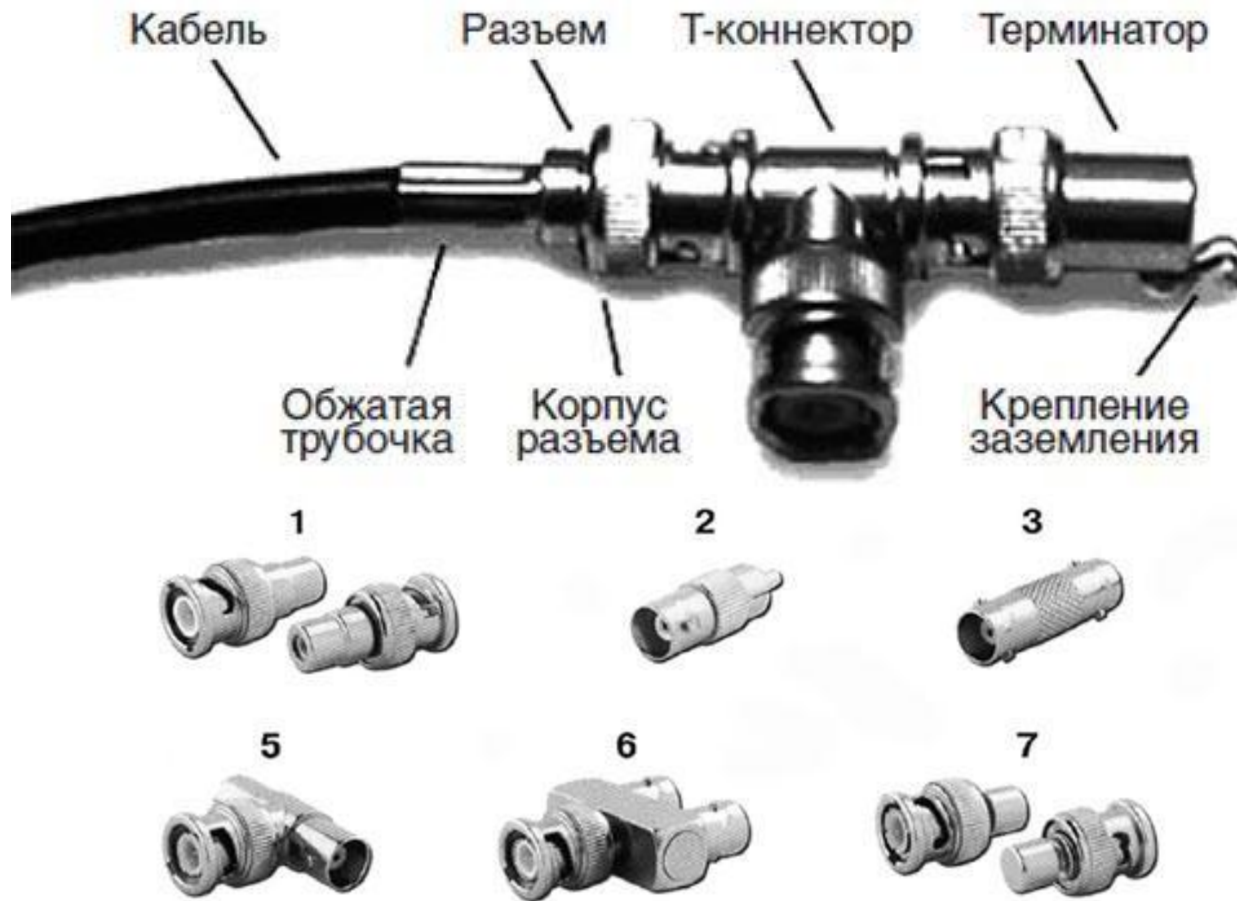
5.



Инструменты и принадлежности для монтажа коаксиального кабеля

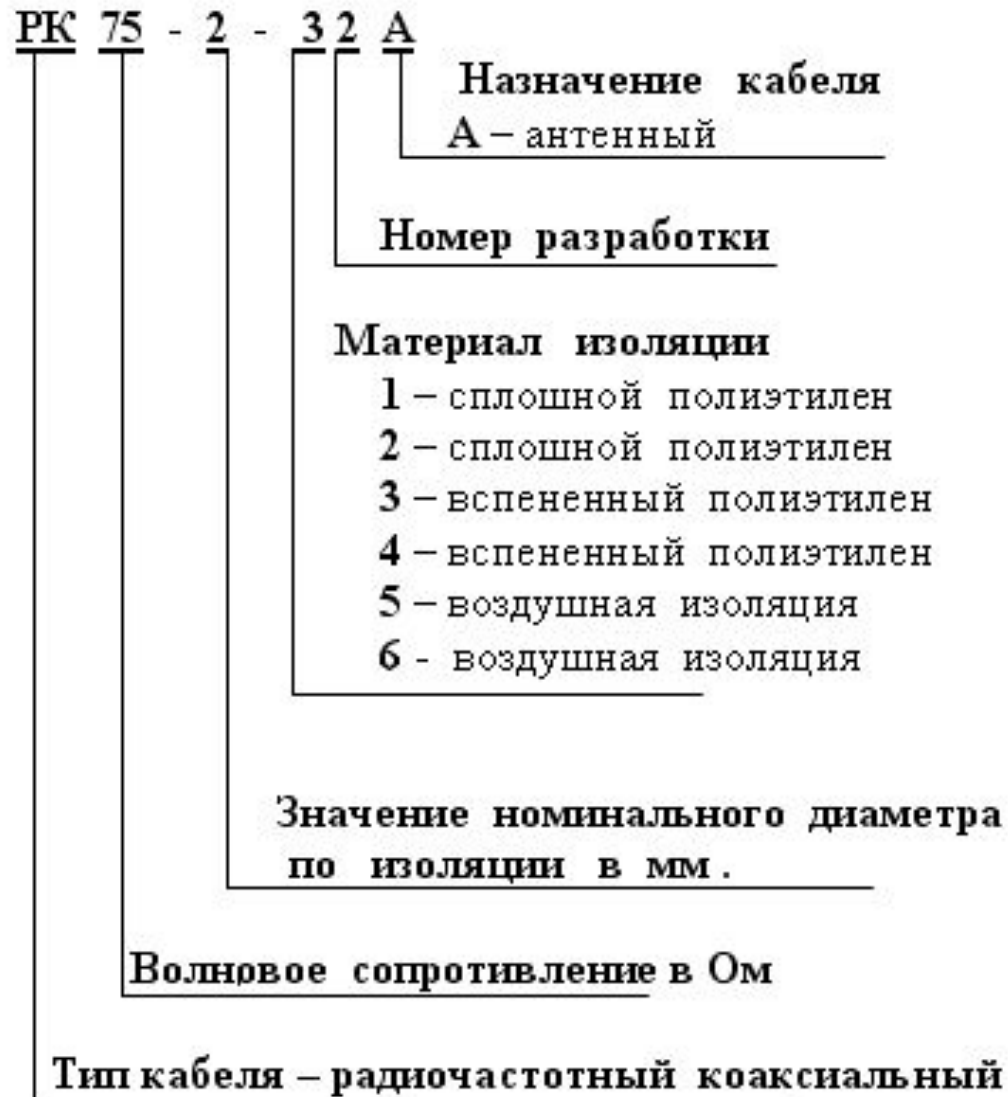


Элементы конструкции коаксиальной линии



1 – BNC-вилка на RCA-розетку; 2 – BNC-розетка на RCA-вилку; 3 – BNC-розетка-розетка; 4 – RCA-розетка-розетка; 5 – BNC-вилка на T-образный разветвитель с двумя BNC-розетками; 6 – BNC-вилка на Y-образный разветвитель с двумя BNC-розетками; 7 – BNC-розетка с терминатором 75 Ом; 8 – 3,5-мм стереофонический штекер на разветвитель с двумя RCA-розетками.

Маркировка коаксиального кабеля



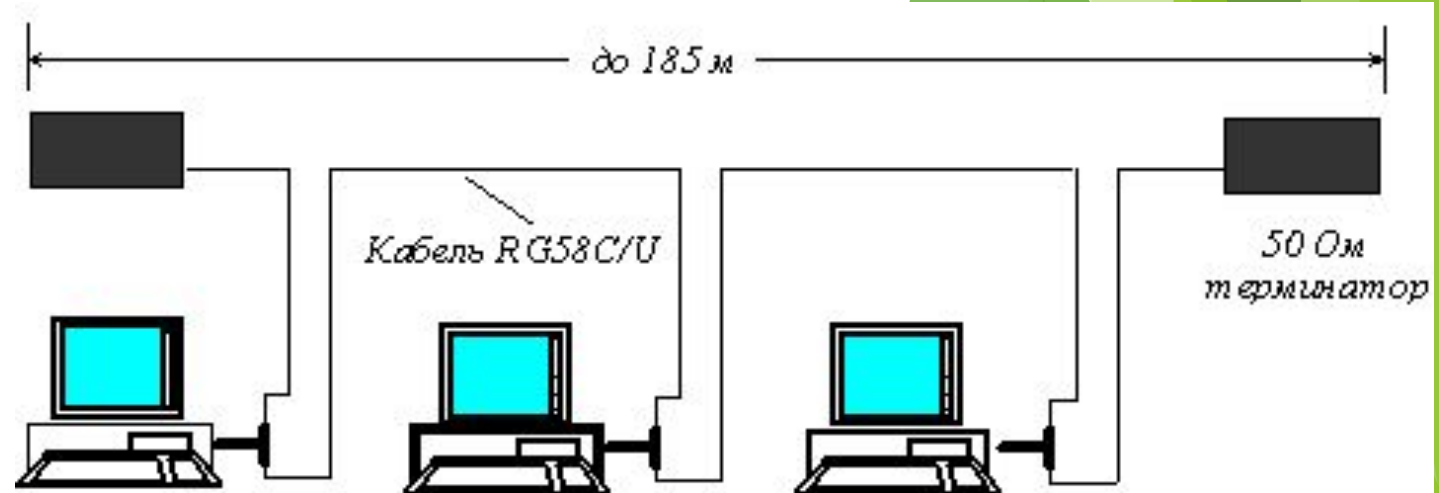
Например, марка КМБ-4 соответствует магистральному коаксиальному кабелю в свинцовой оболочке с броней типа Б. В нем содержится 4 коаксиальные пары и 5 четверок медных жил в бумажной изоляции, расположенных симметрично. В зависимости от маркировки, изменяется и предназначение того или иного кабеля.

Основными разновидностями считаются: кабель КМГ – коаксиальный магистральный голый, прокладываемый в канализации, КМК – с броней из круглой проволоки для прокладки под водой, КМАБп – с алюминиевой оболочкой, устойчивый к грозовым явлениям.

Все данные о всех известных типах кабелей сведены в специальные таблицы, помещенные в справочники, откуда и можно получить всю необходимую информацию.

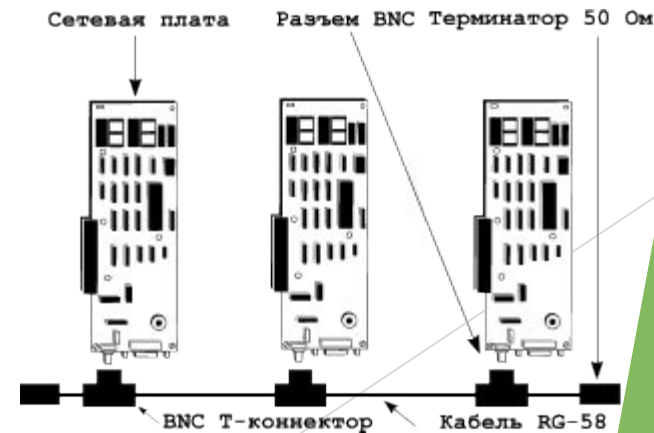
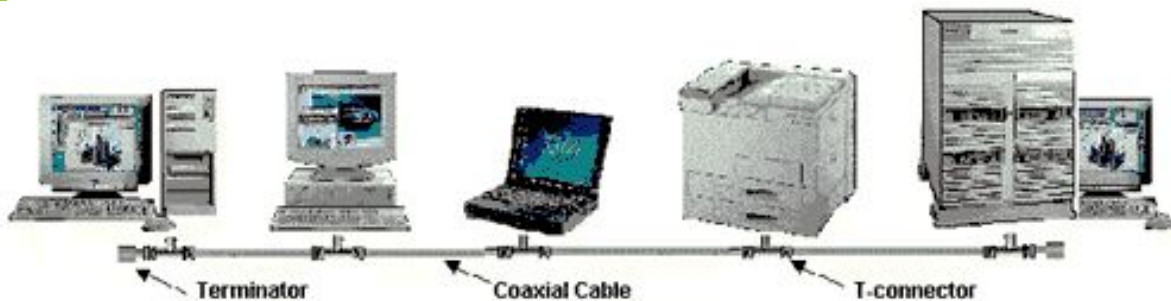
Стандарт Ethernet 10Base2. Основные характеристики

- ▶ Стандарт 10Base-2 использует в качестве передающей среды коаксиальный кабель с диаметром центрального медного провода 0,89 мм и внешним диаметром около 5 мм ("тонкий" Ethernet, волновое сопротивление кабеля 50 Ом).
- ▶ Максимальная длина сегмента без повторителей составляет 185 м, сегмент должен иметь на концах согласующие терминаторы 50 Ом.
- ▶ Станции подключаются к кабелю с помощью T-коннектора, который представляет из себя тройник, один отвод которого соединяется с сетевым адаптером, а два других - с двумя концами разрыва кабеля. Максимальное количество станций, подключаемых к одному сегменту - 30. Минимальное расстояние между станциями - 1 м.
- ▶ Реализация этого стандарта на практике приводит к наиболее простому решению для кабельной сети, так как для соединения компьютеров требуются только сетевые адаптеры и T-коннекторы.



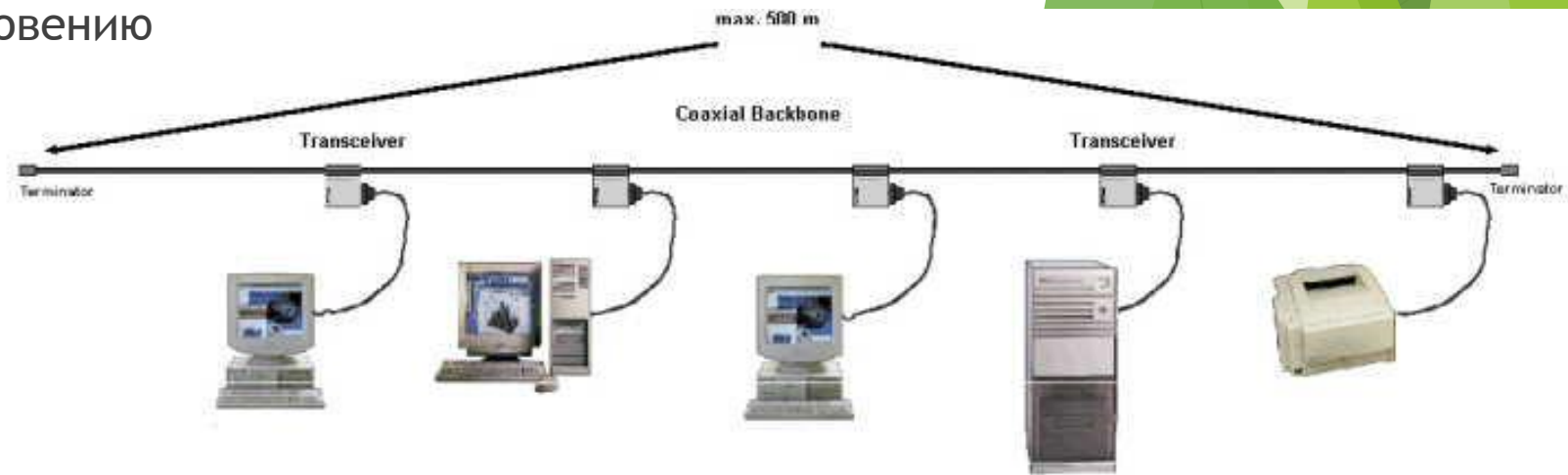
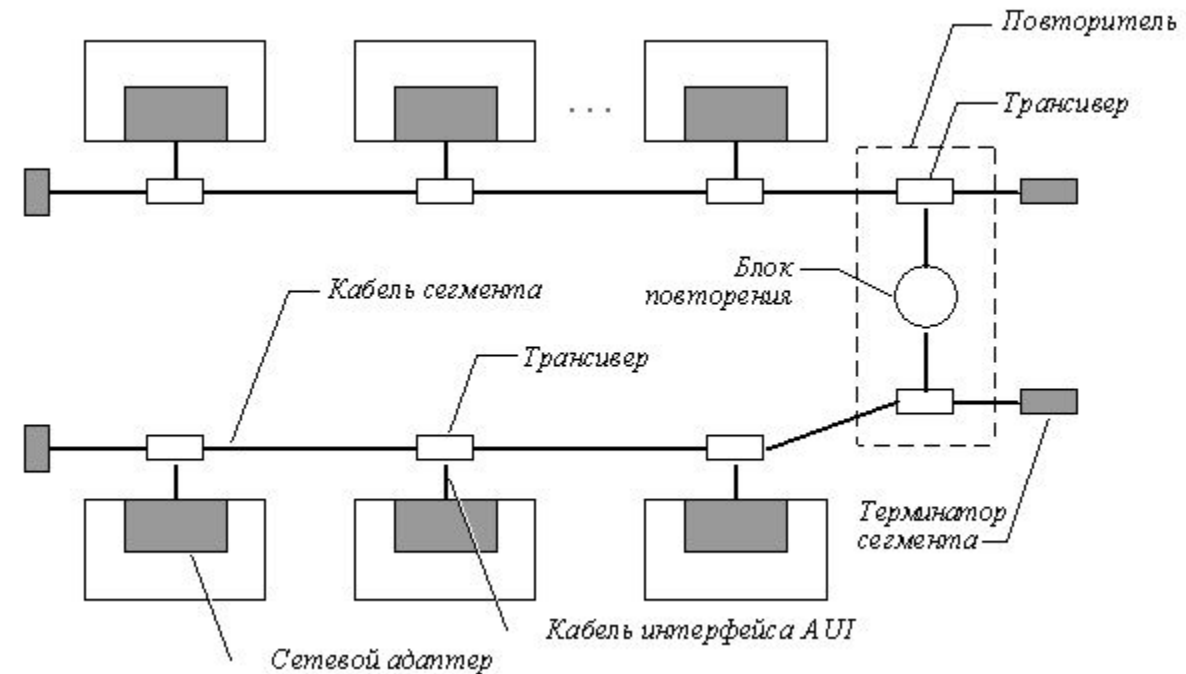
Стандарт Ethernet 10Base2. Недостатки

- ▶ Кабельные соединения стандарта Ethernet 10Base2 с помощью Т-коннекторов наиболее сильно подвержены авариям и сбоям: кабель восприимчив к помехам, в моноканале имеется большое количество механических соединений (каждый Т-коннектор дает три механических соединения, два из которых имеют жизненно важное значение для всей сети), пользователи имеют доступ к разъемам и могут нарушить целостность моноканала.
- ▶ Кроме того, эстетика и эргономичность этого решения оставляют желать лучшего, так как от каждой станции через Т-коннектор отходят два довольно заметных провода, которые под столом часто образуют моток кабеля - запас, необходимый на случай даже небольшого перемещения рабочего места.
- ▶ Общим недостатком стандарта 10Base-2 является отсутствие оперативной информации о состоянии моноканала. Повреждение кабеля обнаруживается сразу же (сеть перестает работать), но для поиска отказавшего отрезка кабеля необходим специальный прибор - кабельный тестер.



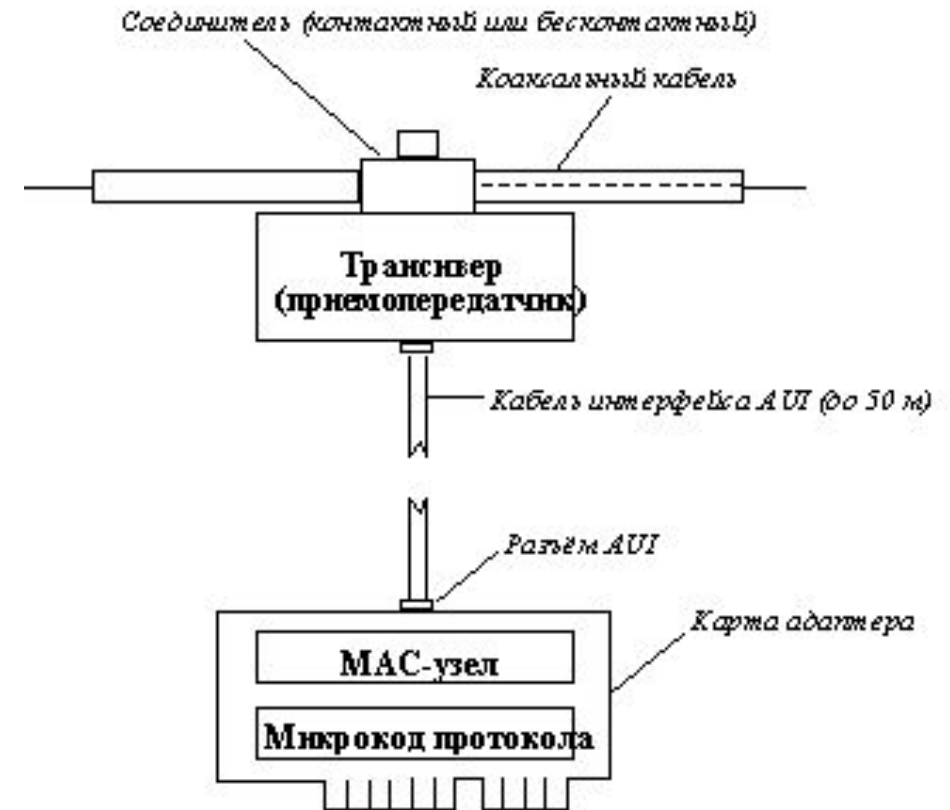
Стандарт Ethernet 10Base5. Основные характеристики

- ▶ Стандарт 10Base5 соответствует экспериментальной сети Ethernet фирмы Xerox и может считаться классическим Ethernet'ом. Он использует в качестве среды передачи данных коаксиальный кабель с диаметром центрального медного провода 2,17 мм и внешним диаметром около 10 мм ("толстый" Ethernet).
- ▶ Кабель используется как моноканал для всех станций. Сегмент кабеля имеет максимальную длину 500 м (без повторителей) и должен иметь на концах согласующие терминаторы сопротивлением 50 Ом, поглощающие распространяющиеся по кабелю сигналы и препятствующие возникновению отраженных сигналов.



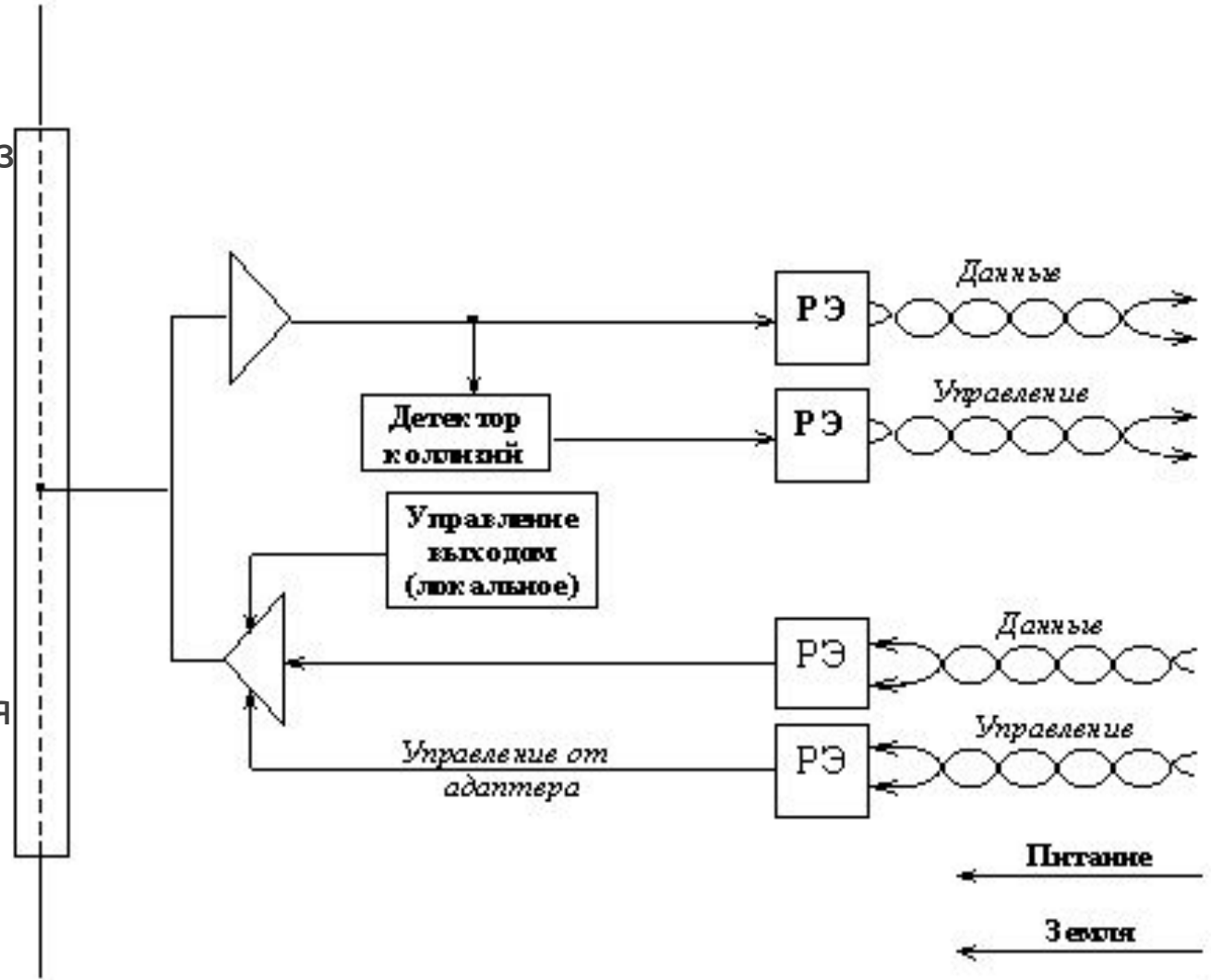
Стандарт Ethernet 10Base5. Основные характеристики

- ▶ Станция в стандарте Ethernet 10Base5 подключается к кабелю при помощи приемопередатчика - трансивера. Трансивер устанавливается непосредственно на кабеле и питается от сетевого адаптера компьютера. Трансивер может подсоединяться к кабелю как методом прокалывания, обеспечивающим непосредственный физический контакт, так и бесконтактным методом.
- ▶ Трансивер соединяется с сетевым адаптером интерфейсным кабелем AUI (Attachment Unit Interface) длиной до 50 м, состоящим из 4 витых пар (адаптер должен иметь разъем AUI). Допускается подключение к одному сегменту не более 100 трансиверов, причем расстояние между подключениями трансиверов не должно быть меньше 2.5 м.
- ▶ Трансивер - это часть сетевого адаптера, которая выполняет следующие функции: прием и передача данных с кабеля на кабель, определение коллизий на кабеле, электрическая развязка между кабелем и остальной частью адаптера, защита кабеля от некорректной работы адаптера.



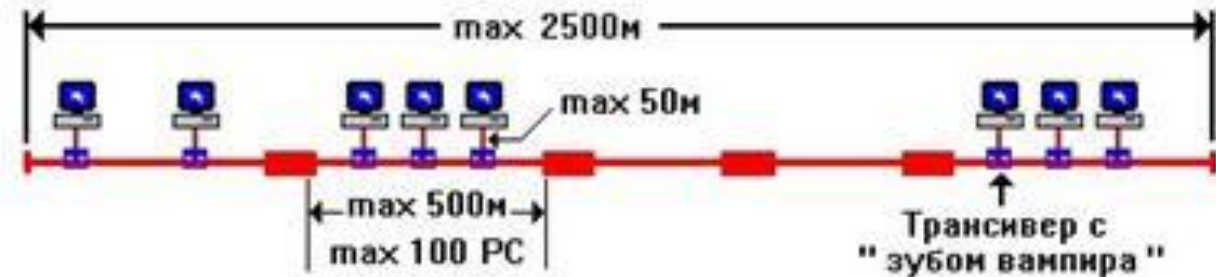
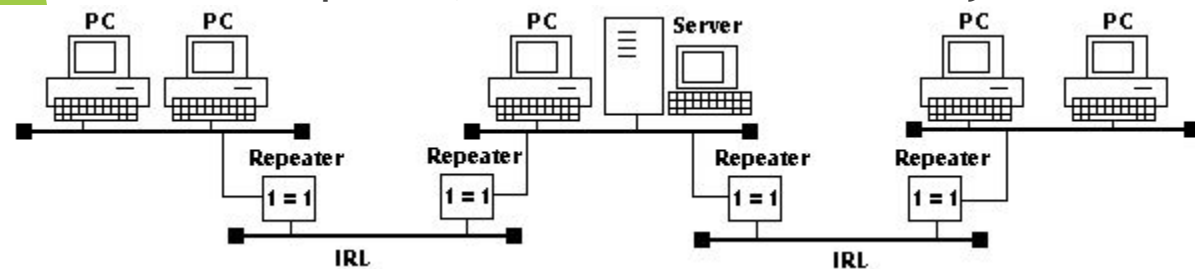
Стандарт Ethernet 10Base5. Основные характеристики

- ▶ Защита кабеля от некорректной работы адаптера - (*jabber control*) является одной из основных функций трансивера.
- ▶ При возникновении неисправностей в адаптере может возникнуть ситуация, когда на кабель будет непрерывно выдаваться последовательность случайных сигналов. Так как кабель - это общая среда для всех станций, то работа сети будет заблокирована одним неисправным адаптером. Чтобы этого не случилось, на выходе передатчика ставится схема, которая проверяет количество битов, переданных в пакете. Если максимальная длина пакета превышает, то эта схема просто отсоединяет выход передатчика от кабеля.
- ▶ Детектор коллизий определяет наличие коллизии в коаксиальном кабеле по повышенному уровню постоянной составляющей сигналов. Если постоянная составляющая превышает определенный порог, то значит на кабель работает более чем один передатчик.



Стандарт Ethernet 10Base5. Правило «5-4-3»

- ▶ Стандарт Ethernet 10Base разрешает использование в сети не более 4 повторителей и, соответственно, не более 5 сегментов кабеля. При максимальной длине сегмента кабеля в 500 м это дает максимальную длину сети 10Base-5 в 2500 м. Только 3 сегмента из 5 могут быть нагруженными, то есть такими, к которым подключаются конечные узлы.
- ▶ Между нагруженными сегментами должны быть ненагруженные сегменты, так что максимальная конфигурация сети представляет собой два нагруженных крайних сегмента, которые соединяются ненагруженными сегментами еще с одним центральным сегментом.
- ▶ Правило применения повторителей в сети Ethernet 10Base5 носит название «правило 5-4-3»: 5 сегментов, 4 повторителя, 3 нагруженных сегмента. Ограниченное число повторителей объясняется дополнительными задержками распространения сигнала, которые они вносят. Применение повторителей увеличивает время двойного распространения сигнала, которое для надежного распознавания коллизий не должно превышать время передачи кадра минимальной длины, то есть кадра в 72 байт или 576 бит.
- ▶ Каждый повторитель подключается к сегменту одним своим трансивером, поэтому к нагруженным сегментам можно подключить не более 99 узлов. Максимальное число конечных узлов в сети 10Base5, таким образом, составляет $99 \times 3 = 297$ узлов.



Стандарт Ethernet 10Base5. Достоинства и недостатки

- ▶ **Достоинства стандарта 10Base-5 :**
 - хорошая защищенность кабеля от внешних воздействий,
 - сравнительно большое расстояние между узлами,
- ▶ **К недостаткам следует отнести:**
 - высокую стоимость кабеля,
 - сложность его прокладки из-за большой жесткости,
 - наличие специального инструмента для заделки кабеля,
 - при повреждении кабеля или плохом соединении происходит остановка работы всей сети,
 - необходимо заранее предусмотреть подводку кабеля ко всем возможным местам установки компьютеров.

