

**МДК.01.01**  
**Организация, принципы**  
**построения и функционирования**  
**компьютерных сетей**  
**2-курс**

Занятие 13

# **ЛИНИИ СВЯЗИ СЕТЕЙ ЭВМ**

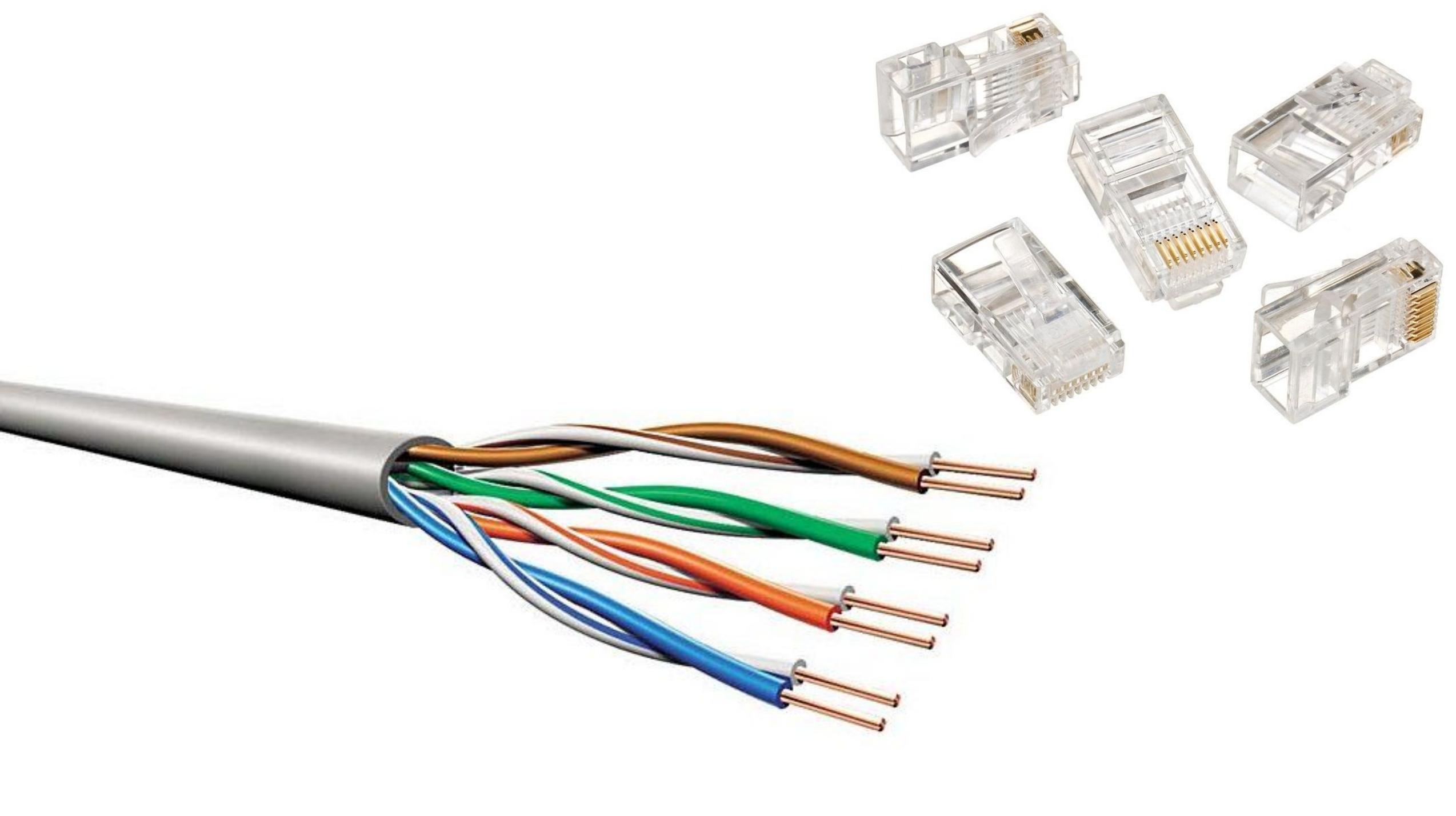
# Стандарты кабелей

# Стандарты кабелей

В компьютерных сетях применяются кабели, удовлетворяющие определенным стандартам.

Это позволяет строить кабельную систему сети из кабелей и соединительных устройств разных производителей.

При этом есть лишь одно условие: все производители, комплектующие которых используются в данной конкретной сети, должны придерживаться одинаковых стандартов.



# Стандарты кабелей

**Кабели на основе неэкранированной витой пары (Unshielded Twisted Pair-UTP).**

Стандартом определено пять категорий UTP.

Все кабели UTP независимо от их категории выпускаются в 4-парном исполнении.

Каждая из четырех пар кабеля имеет определенный цвет и шаг скрутки.

Обычно две пары предназначены для передачи данных, а две другие пары – для передачи голоса.



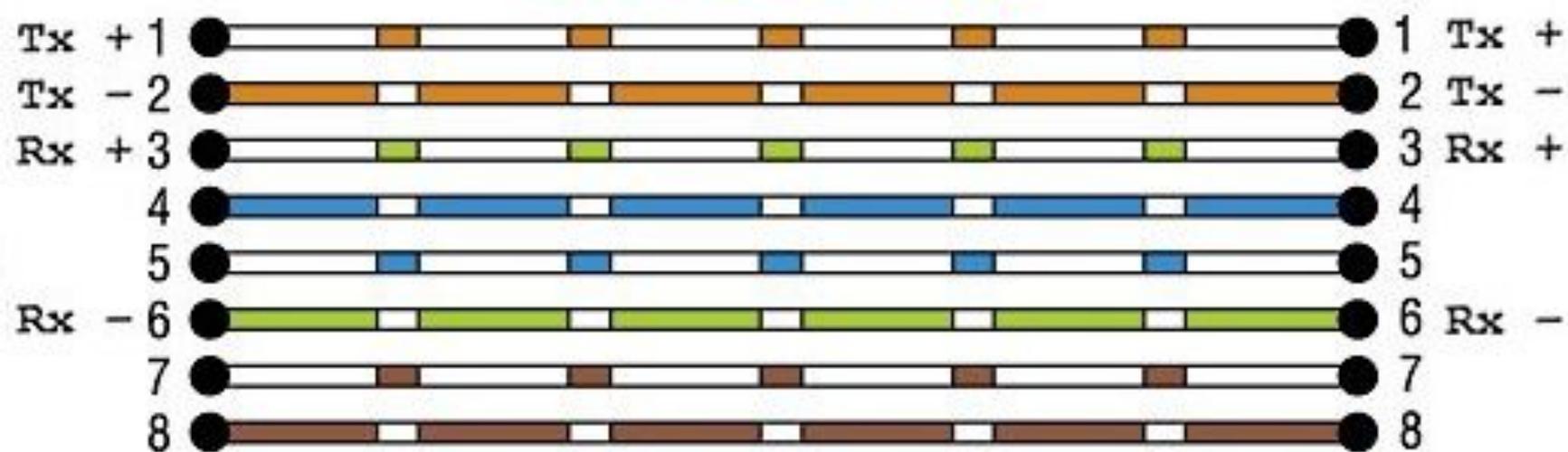
# Стандарты кабелей

Для соединения устройств одного уровня, например, компьютер-компьютер или коммутатор-коммутатор применяют так называемый кроссовый кабель.

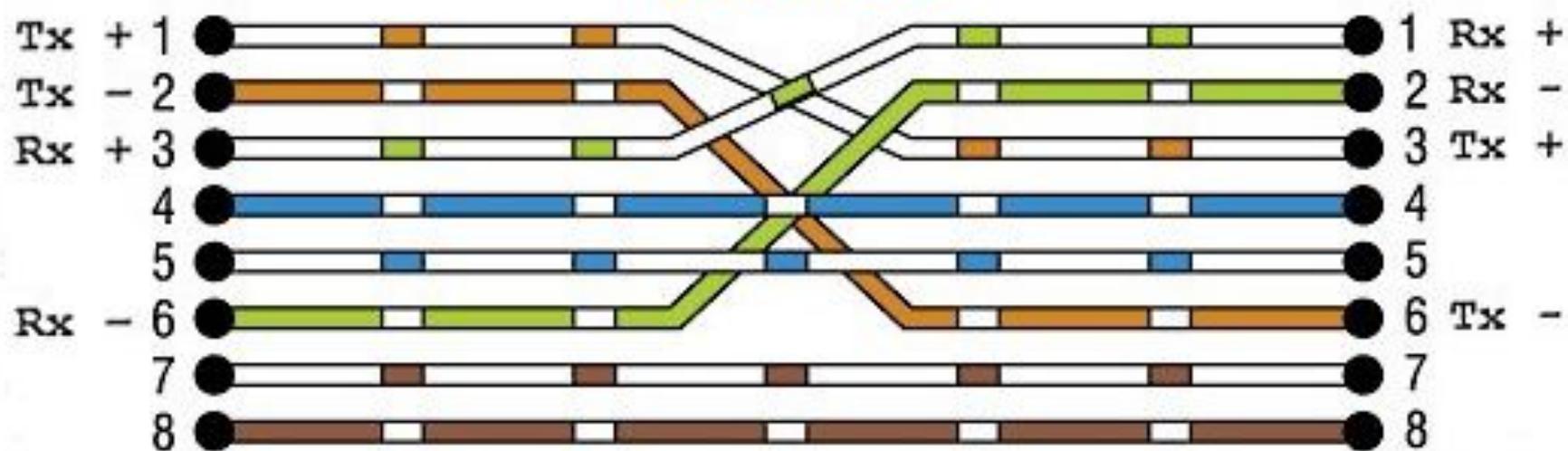
Для соединения устройств разного уровня, например, компьютер-коммутатор, компьютер-концентратор применяют прямой или обычный кабель.

Так как внешне эти два вида кабеля очень похожи, то после изготовления или приобретения желательно их промаркировать.

### Обычный патч корд



### Кросс кабель



# Категории кабелей на основе неэкранированной витой пары.

Категория	Характеристики
1	Телефонный кабель для передачи аналоговых сигналов
2	Кабель из 4 витых пар, способный передавать данные со скоростью 4 Мбит/с
3	Кабель из 4 витых пар, способный передавать данные со скоростью 10 Мбит/с
4	Кабель из 4 витых пар, способный передавать данные со скоростью 16 Мбит/с
5	Кабель из 4 витых пар, способный передавать данные со скоростью 100 Мбит/с
6	Кабель из 4 витых пар, способный передавать данные со скоростью 1 Гбит/с

# Стандарты кабелей

Наиболее важные **электромагнитные характеристики** кабеля категории 5 имеют следующие значения:

- полное волновое сопротивление в диапазоне частот до 100 МГц равно 100 Ом (стандарт ISO 11801 допускает также кабель с волновым сопротивлением 120 Ом, волновое сопротивление – сопротивление переменному току);
- величина перекрестных наводок NEXT в зависимости от частоты сигнала должна принимать значения не менее 74 дБ на частоте 150 кГц и не менее 32 дБ на частоте 100 МГц;

# Стандарты кабелей

Наиболее важные **электромагнитные характеристики** кабеля категории 5 имеют следующие значения:

- затухание имеет предельные значения от 0,8 дБ (на частоте 64 кГц) до 22 дБ (на частоте 100 МГц);
- активное сопротивление не должно превышать 9,4 Ом на 100 м;
- емкость кабеля не должна превышать 5,6 нФ на 100 м.

# Стандарты кабелей

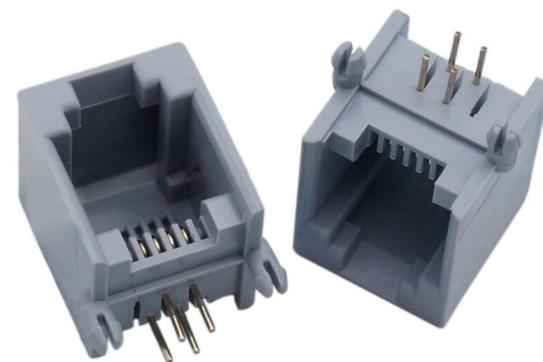
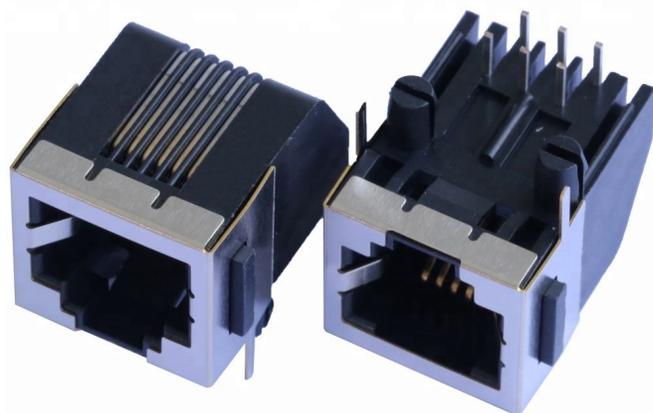
Для соединения кабелей с оборудованием используются вилки и розетки RJ-45, представляющие 8-контактные разъёмы.

Эти разъёмы очень похожие на обычные телефонные разъемы RJ-11.

Но в отличии от разъёмов RJ-45, коннекторы RJ-11 имеют всего 4 контакта.

Есть ещё вариант разъёмов с 6-ю контактами.

# Стандарты кабелей



гнездо rj-45

гнездо rj-12

гнездо rj-11

# Стандарты кабелей

**Кабели на основе экранированной витой пары (Shielded Twisted Pair - STP).**

Экранированная витая пара STP хорошо защищает передаваемые сигналы от внешних помех.

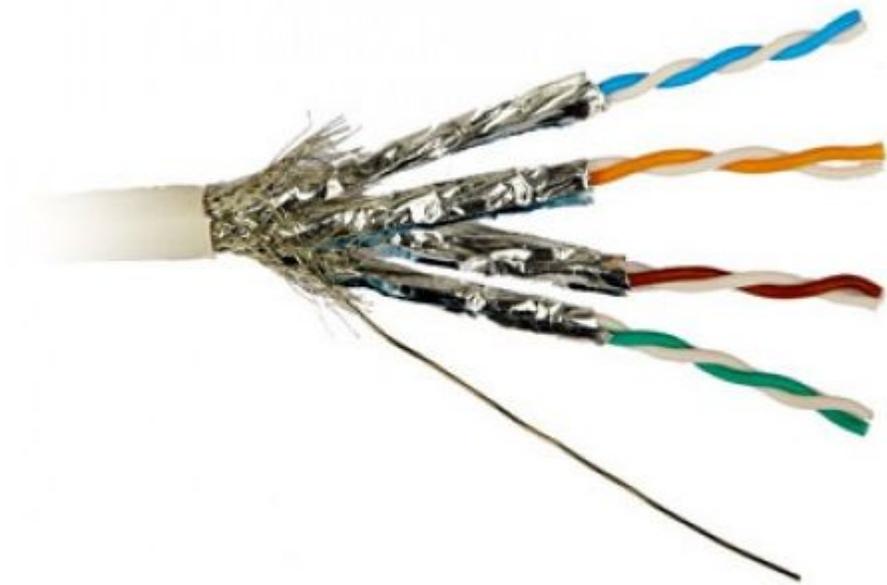
Кроме того она меньше излучает электромагнитных колебаний вовне, что защищает, в свою очередь, пользователей сетей от вредного для здоровья излучения.

Наличие заземляемого экрана удорожает кабель и усложняет его прокладку, так как требует выполнения качественного заземления.

Экранированный кабель применяется только для передачи данных, голос по нему не передают.

# Стандарты кабелей

Кабели на основе экранированной витой пары



# Стандарты кабелей

Экранированный кабель применяется только для **передачи данных**.

Для передачи голоса такой кабель не применяют.

Основным стандартом, определяющим параметры экранированной витой пары, является фирменный стандарт IBM.

В этом стандарте кабели делятся не на категории, а на типы: Type 1, Type 2, ... , Type 9.

Основным типом экранированного кабеля является кабель Type 1 стандарта IBM.

# Стандарты кабелей

Он состоит из 2-х пар скрученных проводов, экранированных проводящей оплеткой, которая заземляется.

Электрические параметры кабеля Type 1 примерно соответствуют параметрам кабеля UTP категории 5.

Однако волновое сопротивление кабеля Type 1 равно 150 Ом в отличие от волнового сопротивления кабеля UTP категории 5, которое равно 100 Ом.

Для присоединения экранированных кабелей к оборудованию используются разъемы конструкции IBM.

Экранированный кабель STP и коннекторы дороже неэкранированных и сложнее в подключении.

# Стандарты кабелей

## Коаксиальные кабели

Существует большое количество типов коаксиальных кабелей.

Они используются в сетях различного типа:

- телефонных,
- телевизионных,
- компьютерных.

Для организации компьютерных сетей используются два типа коаксиальных кабелей:

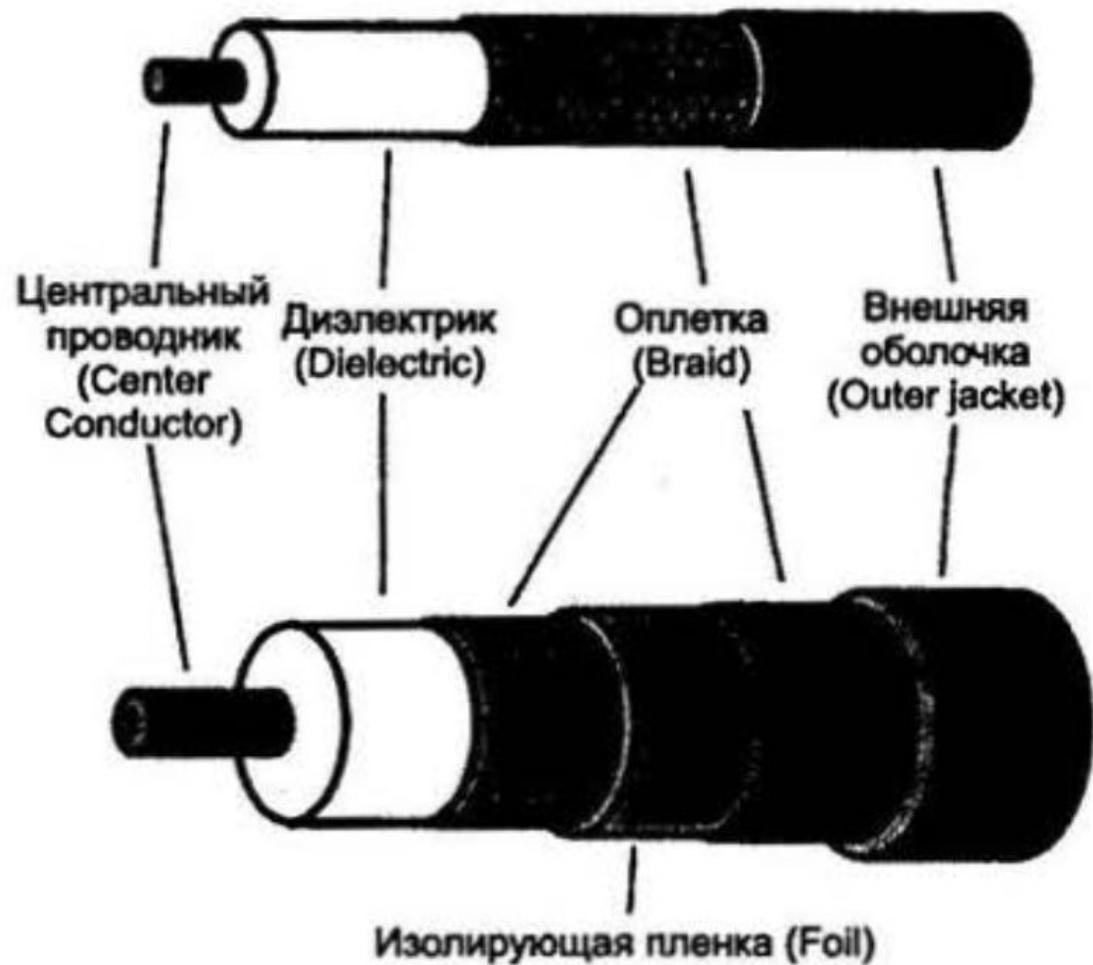
- тонкий коаксиальный кабель;
- толстый коаксиальный кабель.

# Стандарты кабелей



# Стандарты кабелей

## Коаксиальные кабели



# Стандарты кабелей

**Тонкий коаксиальный кабель** – гибкий кабель диаметром примерно 0,5 см.

Он способен передавать сигнал на расстояние до 185 м без его заметного искажения, вызванного затуханием.

Волновое сопротивление кабеля составляет 50 Ом.

Ниже приведена таблица кодировки тонких коаксиальных кабелей.

Кабель	Характеристики кабеля
RG58 /U	Сплошная медная жила
RG58 A/U	Переплетенные провода
RG58 C/U	Военный стандарт для RG58 A/U
PK50	Отечественный аналог

# Стандарты кабелей

Для подключения коаксиального кабеля используются специальные разъемы типа BNC (Bayonet Naval Connector).



# Стандарты кабелей

Другие виды разъёмов больше применяются для телевизионных линий.



# Стандарты кабелей

Кабель RG58 позволяет реализовать топологии шина и кольцо.

До недавнего времени он был одним из самых **распространённых** видов кабелей при построении компьютерных сетей.

В СССР применялась такая маркировка кабелей, в обозначении которой отсутствовали значимые компоненты.

Маркировка состояла из букв «**РК**» и условного номера разработки.

Например, обозначение «**РК-50**» означает не 50-омный кабель, а просто кабель с порядковым номером разработки «50» а его волновое сопротивление равно 157

# Стандарты кабелей

**Толстый коаксиальный кабель** – относительно жёсткий кабель диаметром около 1 см.

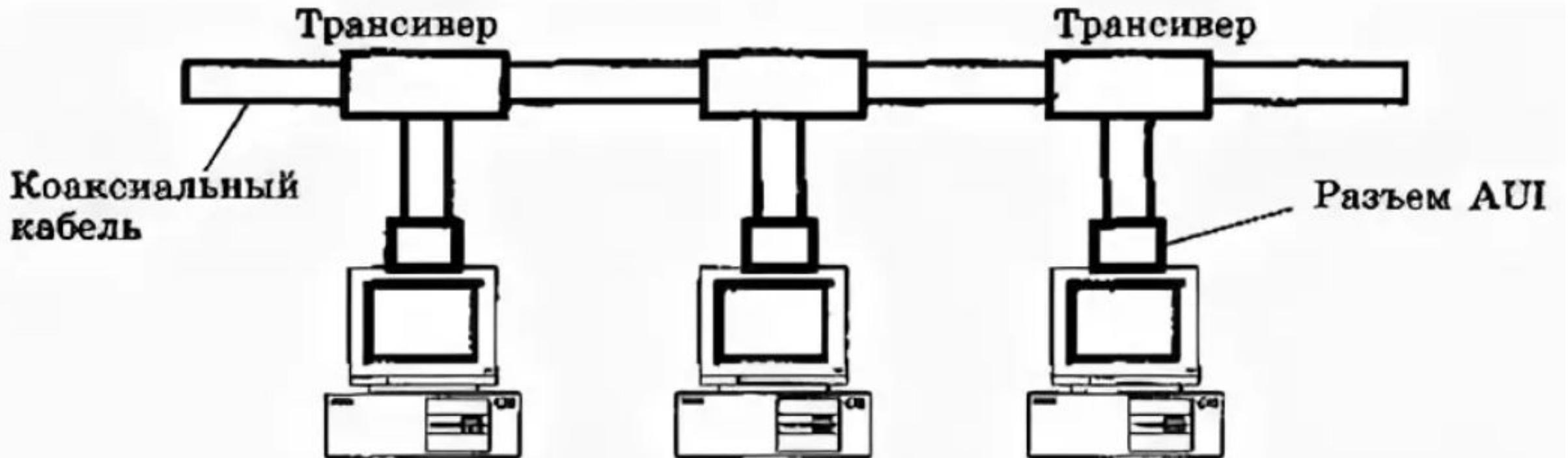
Медная жила кабеля толще, чем у тонкого коаксиального кабеля и, следовательно, сопротивление меньше.

Поэтому толстый коаксиальный кабель передает сигналы дальше, чем тонкий, до 500 м.

Для подключения к толстому коаксиальному кабелю применяют специальное устройство – **трансивер**.

Трансивер снабжен специальным коннектором, который «прокусывает» изоляционный слой и осуществляет контакт с проводящей жилой.

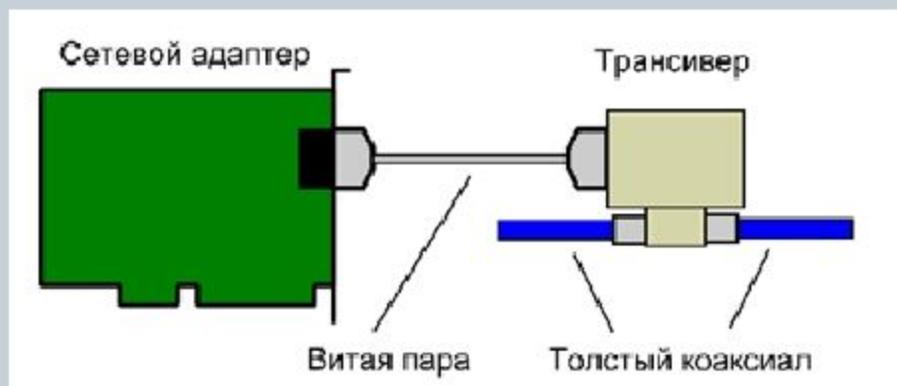
# Стандарты кабелей



# Трансивер



Трансивер - устройство для подключения компьютера к толстому коаксиальному кабелю. Трансиверный кабель - многожильный экранированный коаксиальный кабель. В нужных местах прокалываются вампиры, к вампирам подключается трансивер.



**AMP**

**228752-1**

**"30 VDC, 100 mA max. - Class 2 circuit"**

"FOR USE ONLY WITH LISTED COAXIAL POWER-LIMITED CIRCUIT CABLES CLASSIFIED FOR FIRE AND SMOKE CHARACTERISTICS WHEN INSTALLED IN OTHER SPACE (SECTION 300-22 (c) OF THE NATIONAL ELECTRICAL CODE) USED FOR ENVIRONMENTAL AIR."

SP

REMOVE SCREWS TO  
RELEASE CABLE TAP

**ST-500 with LANVIEW™**  
90 SERIES



ETHERNET/IEEE 802.3 TRANSCEIVER UNIT (MAU)

FCC ID: F4T4K9-ST-500

10 Mbits/sec

THIS DEVICE COMPLIES WITH PART 15 OF THE FCC RULES. OPERATION IS SUBJECT TO THE FOLLOWING TWO CONDITIONS: (1) THIS DEVICE MAY NOT CAUSE HARMFUL INTERFERENCE, AND (2) THIS DEVICE MUST ACCEPT ANY INTERFERENCE RECEIVED, INCLUDING INTERFERENCE THAT MAY CAUSE UNDESIRABLE OPERATION.

POWER REQUIRED: 9.5-15.5V  $\overline{\text{---}}$ , 475mA MAX  
NEC 725 2(b) U.L. 910

LR65407



SQE IS USER SELECTABLE SEE USER MANUAL

**Cabletron**  
systems.  
The Complete Networking Solution

PWR



SQE



XMT



RCV



CLN



# Стандарты кабелей

## Волоконно-оптические кабели

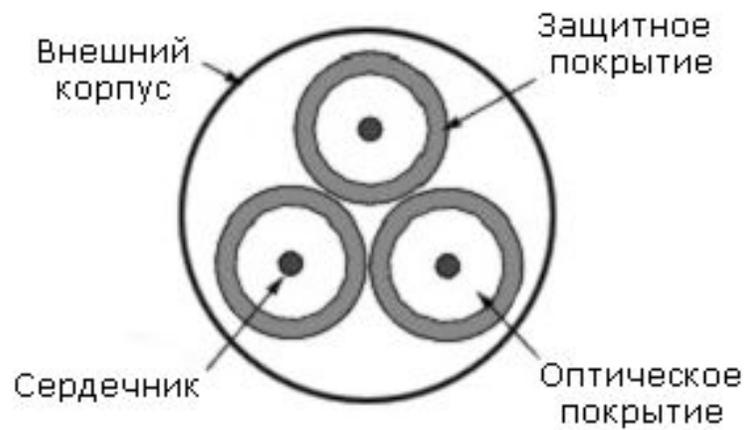
Волоконно-оптические линии предназначены для перемещения больших объемов данных на высоких скоростях.

Оптоволоконный кабель состоит из:

- центрального стеклянного или пластикового проводника,
- центральный проводник окружен другим слоем стеклянного или пластикового покрытия,
- внешней защитной оболочкой.

# Стандарты кабелей

## Волоконно-оптические кабели



# Стандарты кабелей

Данные передаются по кабелю с помощью лазерного (laser transmitter) или светодиодного (LED, light-emitting diode transmitter) передатчика, который посылает однонаправленные световые импульсы через центральное стеклянное волокно.

Стеклянное покрытие помогает поддерживать фокусировку света во внутреннем проводнике.

Сигнал принимается на другом конце фотодиодным приемником (photodiode receiver), преобразующим световые импульсы в электрический сигнал, который сможет использовать получающий компьютер.

# Стандарты кабелей

Конструкций световодов и оптических волокон очень много, но основных типов два:

- многомодовый;
- одномодовый.

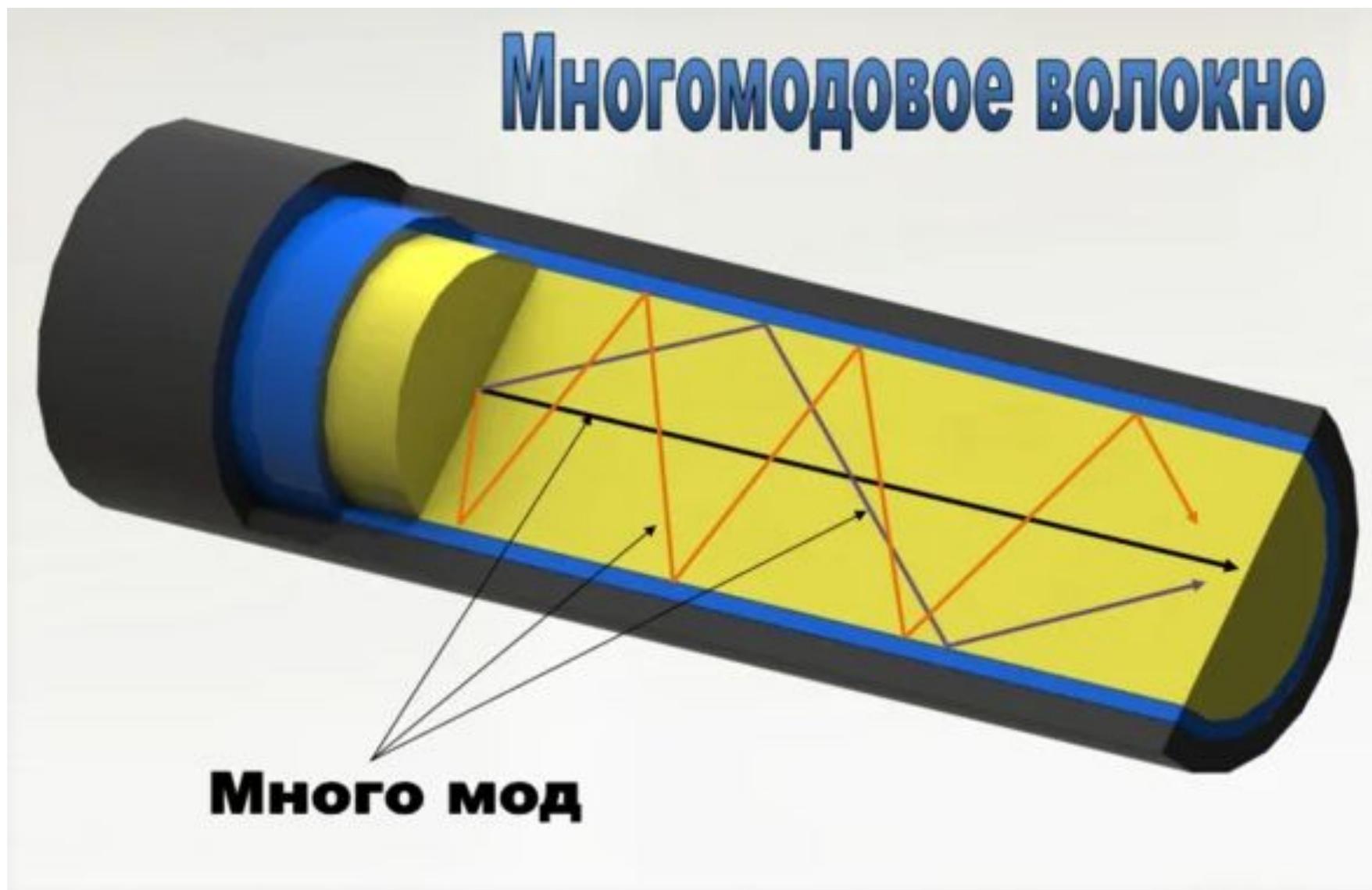
Диаметр сердцевины у многомодовых волокон в десятки раз превышает длину волны передаваемого излучения, из-за чего по волокну распространяется несколько типов волн (мод).

Стандартные диаметры сердцевины многомодовых волокон – 50 и 62,5 мкм.

# Стандарты кабелей



# Стандарты кабелей



# Стандарты кабелей

У одномодового волокна диаметр сердцевины находится обычно в пределах 5-10 мкм.

Диаметр кварцевой оболочки световода тоже стандартизован и составляет 125 мкм.

Скорость передачи данных для оптоволоконных сетей находится в диапазоне от 100 Мбит/с до 2 Гбит/с, а данные могут быть надежно переданы на расстояние до 2 километров без повторителя.

Оптоволоконный кабель может поддерживать передачу видео и голосовой информации так же, как и передачу данных.

# Стандарты кабелей

Поскольку световые импульсы полностью закрыты в пределах внешней оболочки, оптоволоконный носитель фактически невосприимчив к внешней интерференции и подслушиванию.

Эти качества делают оптоволоконный кабель привлекательным выбором для защищенных сетей или сетей, которые требуют очень быстрой передачи на большие расстояния.

Поскольку световые импульсы могут двигаться только в одном направлении, системы на базе оптоволоконных кабелей должны иметь входящий кабель и исходящий кабель для каждого сегмента, который будет посылать и получать данные.

# Стандарты кабелей

Волоконный кабель также жёсток и сложен в установке, что делает его самым дорогим типом сетевого носителя.

Волоконный носитель требует специальных соединителей-коннекторов и высококвалифицированной установки.

Эти факторы в дальнейшем приведут к высокой стоимости внедрения.

Одним способом снижения расходов является ограничение использования волоконного кабеля сетевыми магистралями или теми областями, где имеет значение влияние электромагнитного наложения, возгораемость или другие вопросы окружения.

# Стандарты кабелей

При проектировании или расширении сетей нужно принимать во внимание факторы, перечисленные в таблице.

Тип кабеля	Скорость передачи, Мбит/с	Длина передачи, м	Простота установки	Подверженность помехам	Стоимость
Неэкранированная витая пара	100	100	Прост в установке	Подвержен помехам	Самый дешевый
Тонкий коаксиальный	10	185	Прост в установке	Хорошая защита от помех	Дороже витой пары
Толстый коаксиальный	10	500	Прост в установке	Хорошая защита от помех	Дороже тонкого коаксиального кабеля
Оптоволоконный	100—2000	2000	Труден в установке	Не подвержен помехам	Самый дорогой

# **Беспроводные каналы связи**

# Беспроводные каналы связи

В дополнение к традиционным физическим носителям методы беспроводной передачи данных могут являться удобной, а иногда и неизбежной альтернативой кабельным соединениям.

Беспроводные технологии различаются по типам сигнала, частоте и расстоянию передачи.

Большая частота означает большую скорость передачи данных.

Тремя главными типами беспроводной передачи данных являются:

- радиосвязь,
- связь в микроволновом диапазоне,
- инфракрасная связь

# Беспроводные каналы связи

## Радиосвязь

Технологии радиосвязи (Radio Waves) пересылают данные на радиочастотах и практически **не имеют ограничений по дальности.**

Радиопередача в целом соответствует определённым признакам:

- имеет высокую стоимость,
- подлежит государственному регулированию,
- крайне чувствительна к электронному и атмосферному наложению.

# Беспроводные каналы связи

Радиосвязь используется для соединения локальных сетей на больших географических расстояниях.

Она может быть использована там, где другие виды связи недоступны или нецелесообразны.

Например, может быть применена для соединения с удалёнными и малонаселёнными территориями.

Радиосвязь также подвержена перехвату, поэтому требует шифрования или другой модификации при передаче, чтобы обеспечить разумный уровень безопасности.

# Беспроводные каналы связи

## Связь в микроволновом диапазоне

Передача данных в микроволновом диапазоне (Microwaves) использует высокие частоты и применяется как **на коротких расстояниях**, так и в глобальных коммуникациях.

Их главное ограничение заключается в том, что передатчик и приемник должны быть в зоне прямой видимости друг друга.

Передача данных в микроволновом диапазоне обычно используется для соединения локальных сетей в отдельных зданиях, где использование физического носителя затруднено или непрактично.

# Беспроводные каналы связи

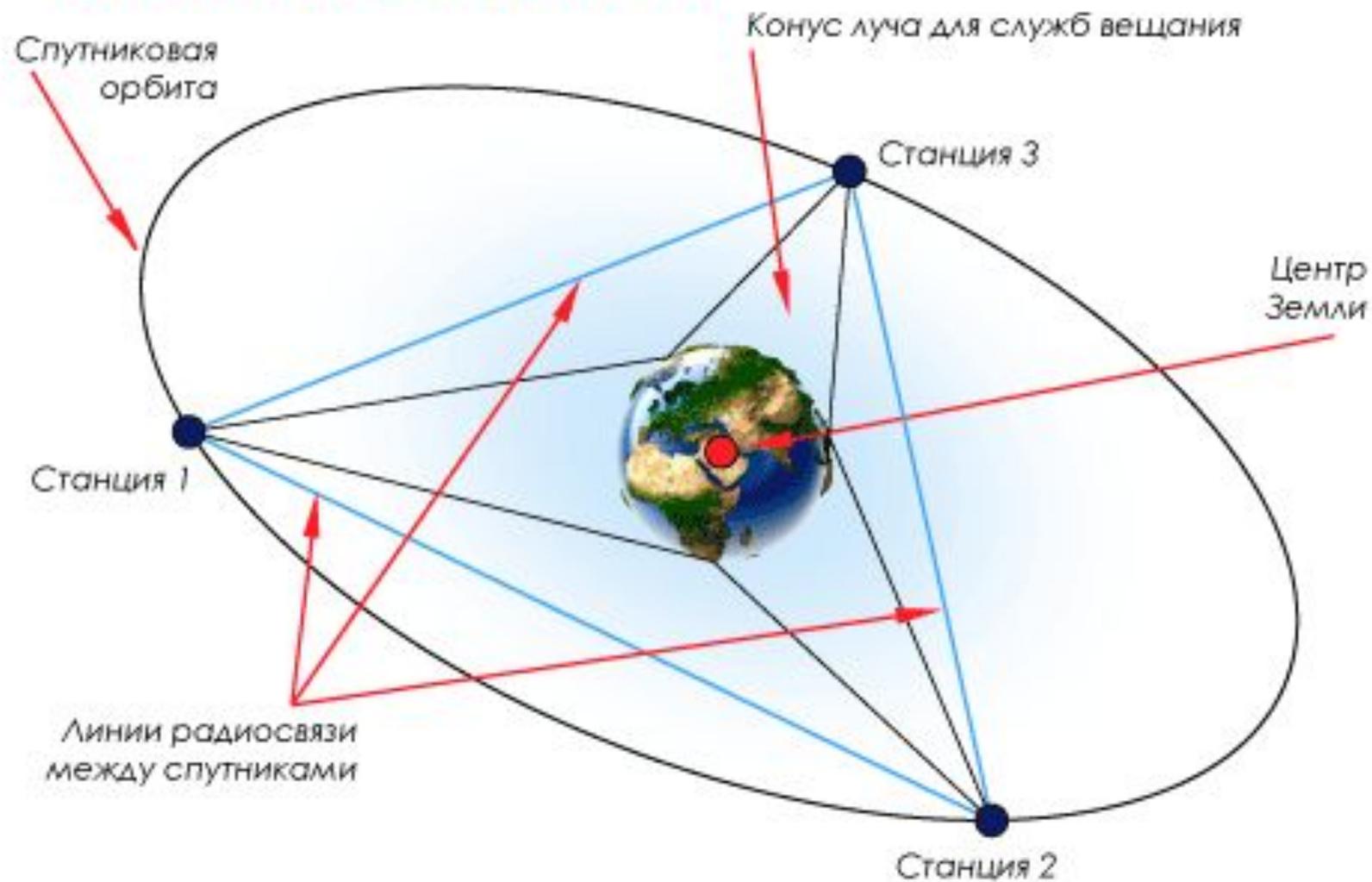
Связь в микроволновом диапазоне также широко используется в глобальной передаче с помощью спутников и наземных спутниковых антенн, обеспечивающих выполнение требования прямой видимости.

Спутники в системах связи могут находиться на геостационарных (высота 36 тысяч км) или низких орбитах.

Для сравнения, высота орбиты МКС – примерно 380 км.

При геостационарных орбитах заметны задержки на прохождение сигналов (туда и обратно около 520 мс). Возможно покрытие поверхности всего земного шара с помощью четырех спутников (тетраэдр).

# Беспроводные каналы связи

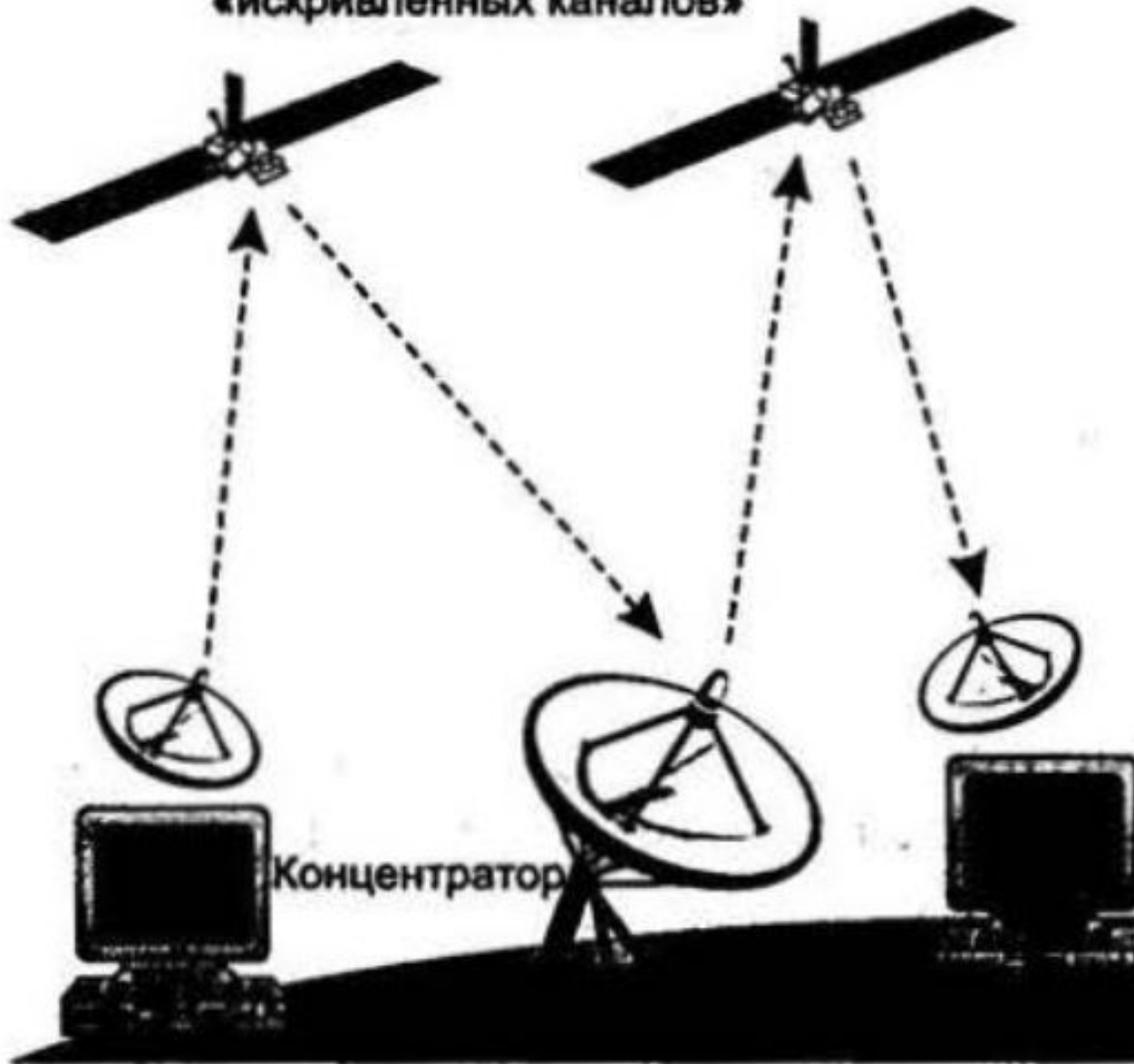


# Беспроводные каналы связи

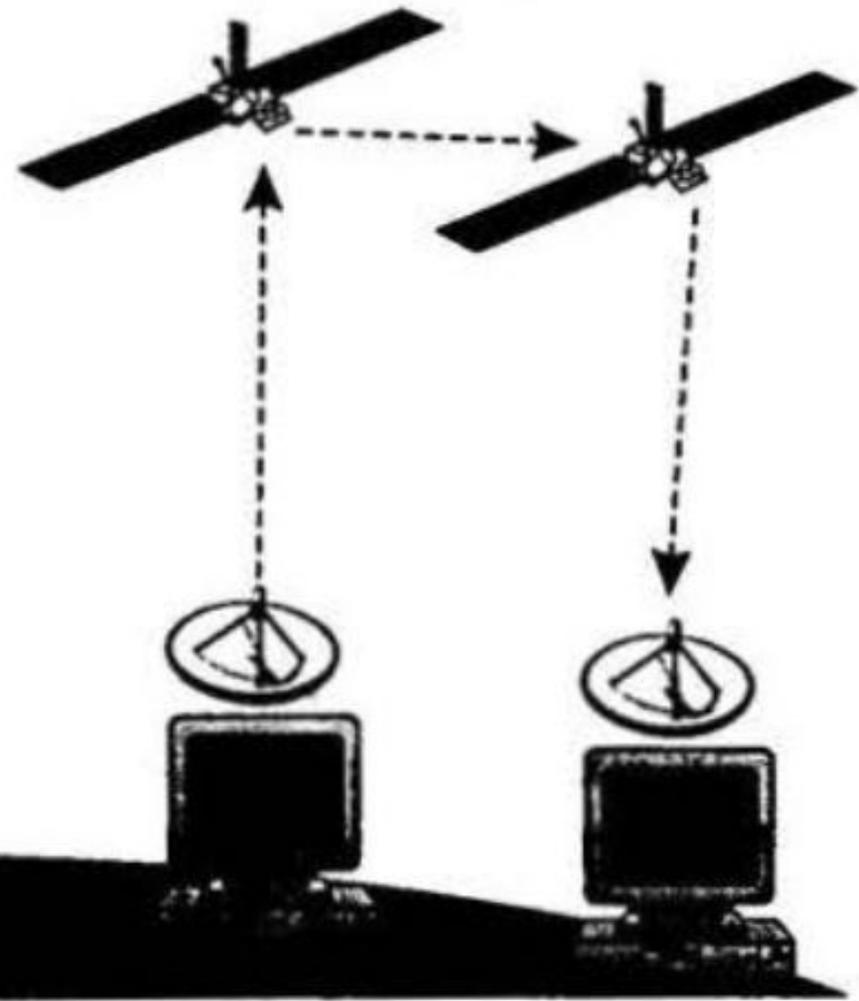


# Беспроводные каналы связи

Спутниковая сеть со старой архитектурой «искривленных каналов»



Сети с межспутниковыми каналами и бортовыми коммутаторами



# Беспроводные каналы связи

В низкоорбитальных системах обслуживание конкретного пользователя происходит попеременно разными спутниками.

Чем ниже орбита, тем меньше площадь покрытия и, следовательно, нужно или больше наземных станций, или требуется межспутниковая связь, что естественно утяжеляет спутник.

Число спутников также значительно больше (обычно несколько десятков), чем ниже их орбиты.

Например, глобальная спутниковая сеть Iridium, имеющая и российский сегмент, включает 66 низкоорбитальных спутников, диапазон частот 1610-1626,5 МГц.

# Беспроводные каналы связи

## Инфракрасная связь

Инфракрасные технологии (infrared transmissions), функционирующие на очень высоких частотах, приближающихся к частотам видимого света.

Эти технологии могут быть использованы для установления двусторонней, типа «точка-точка», или широковещательной передачи, типа «инфраструктура» на близких расстояниях.

Они обычно используют светодиоды (LED, light-emitting diode) для передачи инфракрасных волн приемнику.

# Беспроводные каналы связи

Поскольку светодиоды могут быть физически заблокированы и испытывать интерференцию с ярким светом, инфракрасная передача ограничена малыми расстояниями в зоне прямой видимости.

Инфракрасная передача обычно используется в складских или офисных зданиях, иногда для связи двух зданий.

Другим популярным использованием инфракрасной связи является беспроводная передача данных в портативных компьютерах.

# Беспроводные каналы связи



Соединение типа «точка-точка»

# Беспроводные каналы связи

Соединение типа «точка - точка» (англ. ad-hoc) состоит только из двух компонентов связи, соединенных напрямую, без участия дополнительного сетевого оборудования (сетевых концентраторов, точек доступа и т. д.).

При этом световой луч сфокусирован и имеет определённое направление в сторону приёмника сигнала.

Применяется для соединений между удалёнными сегментами локальных сетей при отсутствии инфраструктуры передачи данных, таких как кабельные сети общего доступа или в тех случаях, когда прокладка кабеля затруднена или нецелесообразна.

# Применение инфракрасного излучения:



клавиатура RockeTop



Philips SHC 1300



Каналы для передачи данных ИК-порт

Дистанционный пульт на инфракрасном лазере



Широковещательная передача

# Беспроводные каналы связи

Другая группа беспроводные соединения – «инфраструктура» организуется с использованием специального сетевого оборудования (сетевых концентраторов, точек доступа и т.д.).

Рассеянное излучение в этом случае отражается от стен, потолка, других предметов и не имеет определённого направления.

Дальность действия рассеянного излучения обычно составляет несколько метров.

В настоящее время этот вид связи активно вытесняется другими видами соединений.

# Беспроводные каналы связи

## Технология Bluetooth

**Bluetooth** (переводится как «синий зуб») - производственная спецификация беспроводных персональных сетей (от англ. Wireless personal area network-WPAN).

Bluetooth обеспечивает обмен информацией между такими устройствами как карманные и обычные персональные компьютеры, мобильные телефоны, ноутбуки, принтеры, цифровые фотоаппараты, мышки, клавиатуры, джойстики, наушники, гарнитур на надежной, недорогой, повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи.

# Беспроводные каналы связи

Bluetooth позволяет этим устройствам общаться, когда они находятся в радиусе до 10-100 метров друг от друга, даже в разных помещениях.

При этом качество связи и дальность очень сильно зависят от преград и помех.

Радиосвязь Bluetooth осуществляется в ISM-диапазоне (от англ. Industry, Science and Medicine), который используется в различных бытовых приборах и беспроводных сетях, в свободном от лицензирования диапазоне частот от 2,4 ГГц до 2,48 ГГц.

# Беспроводные каналы связи

В Bluetooth применяется метод расширения спектра со скачкообразной перестройкой частоты (от англ. Frequency Hopping Spread Spectrum-FHSS).

Метод FHSS прост в реализации, обеспечивает устойчивость к широкополосным помехам, а оборудование стоит недорого.

Согласно алгоритму FHSS, в Bluetooth несущая частота сигнала скачкообразно меняется 1600 раз в секунду.

Всего выделяется 79 рабочих частот шириной в 1 МГц.

В некоторых странах, таких как Япония, Франция и Испания полоса частот значительно уже и составляет всего 23 частотных канала.

# Беспроводные каналы связи

Последовательность переключения между частотами для каждого соединения является псевдослучайной и известна только передатчику и приемнику, которые каждые 625 мкс (один временной слот) синхронно перестраиваются с одной несущей частоты на другую.

Таким образом, если рядом работают несколько пар приемник-передатчик, то они не мешают друг другу.

Этот алгоритм является также составной частью системы защиты конфиденциальности передаваемой информации: переход происходит по псевдослучайному алгоритму и определяется отдельно для каждого соединения.

# Беспроводные каналы связи

При передаче цифровых данных и аудиосигнала (64 кбит/с в обоих направлениях) используются различные схемы кодирования: аудиосигнал не повторяется, как правило, а цифровые данные в случае утери пакета информации будут переданы повторно.

Без помехоустойчивого кодирования это обеспечивает передачу данных со скоростями 723,2 кбит/с, с обратным каналом 57,6 кбит/с или 433,9 кбит/с обоих направлениях.

# Беспроводные каналы связи

## Беспроводные сети Wi-Fi

Wi-Fi (от англ. Wireless Fidelity – «беспроводная точность») – беспроводная сеть, а также стандарт на оборудование беспроводных сетей Wireless LAN.

Разработан консорциумом Wi-Fi Alliance на базе стандартов IEEE 802.11, «Wi-Fi» - торговая марка «Wi-Fi Alliance».

Технологию называли Wireless-Fidelity по аналогии с Hi-Fi.

Установка Wireless LAN рекомендовалась там, где развертывание кабельной системы было невозможно или экономически нецелесообразно.

# Беспроводные каналы связи

В нынешнее время во многих организациях используется Wi-Fi, так как при определенных условиях скорость работы сети уже превышает 100 Мбит/с.

Пользователи могут перемещаться между точками доступа по территории покрытия сети Wi-Fi.

Мобильные устройства (КПК, смартфоны, PSP и ноутбуки), оснащенные клиентскими Wi-Fi приемо-передающими устройствами, могут подключаться к локальной сети и получать доступ в Internet через точки доступа или хот-споты.

Обычно схема Wi-Fi сети содержит не менее одной точки доступа и не менее одного клиента.

# Беспроводные каналы связи

Также возможно подключение двух клиентов в режиме точка-точка, когда точка доступа не используется, а клиенты соединяются посредством сетевых адаптеров «напрямую».

Точка доступа передает свой идентификатор сети (Service Set identifier -SSID) с помощью специальных сигнальных пакетов на скорости 0,1 Мбит/с каждые 100 мс.

Поэтому 0,1 Мбит/с – наименьшая скорость передачи данных для Wi-Fi.

Зная идентификатор сети, клиент может выяснить, возможно ли подключение к данной точке доступа.

При попадании в зону действия двух точек доступа с идентичными SSID приемник может выбирать между ними на основании данных об уровне сигнала.

# Беспроводные каналы связи

## *Преимущества Wi-Fi:*

- позволяет развернуть сеть без прокладки кабеля, что может уменьшить стоимость развертывания и/или расширения сети. Места, где нельзя проложить кабель, например, вне помещений и в зданиях, имеющих историческую ценность, могут обслуживаться беспроводными сетями;
- позволяет иметь доступ к сети мобильным устройствам;
- Wi-Fi – устройства широко распространены на рынке. Устройства разных производителей могут взаимодействовать на базовом уровне сервисов;
- Wi-Fi – это набор глобальных стандартов. В отличие от сотовых телефонов, Wi-Fi-оборудование может работать в разных странах по всему миру

# Беспроводные каналы связи

## *Недостатки* Wi-Fi:

- частотный диапазон и эксплуатационные ограничения в различных странах неодинаковы.

Во многих европейских странах разрешены два дополнительных канала, которые запрещены в США;

В Японии есть еще один канал в верхней части диапазона, а другие страны, например Испания, запрещают использование низкочастотных каналов.

Более того, некоторые страны, например Россия, Белоруссия и Италия, требуют регистрации всех сетей Wi-Fi, работающих вне помещений, или требуют регистрации Wi-Fi-оператора;

# Беспроводные каналы связи

- высокое по сравнению с другими стандартами потребление энергии, что уменьшает время жизни батарей и повышает температуру устройства;
- Wi-Fi имеют ограниченный радиус действия.

Типичный домашний маршрутизатор Wi-Fi стандарта 802.11b или 802.11g имеет радиус действия 45 м в помещении и 450 м снаружи;

- неполная совместимость между устройствами разных производителей или неполное соответствие стандарту может привести к ограничению возможностей соединения или уменьшению скорости;

# Беспроводные каналы связи

- наложение сигналов закрытой или использующей шифрование точки доступа и открытой точки доступа, работающих на одном или соседних каналах, может помешать доступу к открытой точке доступа.

Эта проблема может возникнуть при большой плотности точек доступа, например, в больших многоквартирных домах, где многие жильцы ставят свои точки доступа Wi-Fi;

- уменьшение производительности сети во время дождя.

# Беспроводные каналы связи

## Технология WiMAX

WiMAX (от англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access) – телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов.

Основана на стандарте IEEE 802.16, который также называют Wireless MAN (Wireless Metropolitan Area Networks – беспроводные сети масштаба города).

# Беспроводные каналы связи

В общем виде WiMAX-сети состоят из следующих основных частей:

- базовых и абонентских станций,
- а также оборудования, связывающего базовые станции между собой, с поставщиком сервисов и с Internet.

Для соединения базовой станции с абонентской используется высокочастотный диапазон радиоволн от 1,5 до 11 ГГц.

В идеальных условиях скорость обмена данными может достигать 70 Мбит/с, при этом не требуется обеспечения прямой видимости между базовой станцией и приемником.

# Беспроводные каналы связи

WiMAX применяется как для решения проблемы «последней мили», так и для предоставления доступа в сеть офисным и районным сетям.

Между базовыми станциями устанавливаются соединения (прямой видимости), использующие диапазон частот от 10 до 66 ГГц.

Скорость обмена данными может достигать 120 Мбит/с.

При этом по крайней мере одна базовая станция подключается к сети провайдера с использованием классических проводных соединений.

# Беспроводные каналы связи

Однако, чем большее число базовых станций подключено к сетям провайдера, тем выше скорость передачи данных и надежность сети в целом.

Структура сетей семейства стандартов IEEE 802.16 схожа с традиционными сетями мобильной связи.

Базовые станции действуют на расстояниях до десятков километров.

Для их установки не обязательно строить вышки – допускается установка на крышах домов при соблюдении условия прямой видимости между станциями.

# **Системы мобильной связи**

# Системы мобильной связи

Системы мобильной связи осуществляют передачу информации между пунктами, один или оба из которых являются подвижными.

Характерным признаком систем мобильной связи является применение радиоканала.

К технологиям мобильной связи относятся:

- пейджинг,
- твейджинг,
- сотовая телефония.

# Системы мобильной связи

**Пейджинг** – система односторонней связи, при которой передаваемое сообщение поступает на пейджер пользователя, извещая его о необходимости предпринять то или иное действие или просто информируя его о тех или иных текущих событиях.

Это наиболее дешевый вид мобильной связи.

В настоящее время вытеснен другими, более удобными видами связи.

**Твейджинг** – это двухсторонний пейджинг.

В отличие от пейджинга возможно подтверждение получения сообщения и даже проведение некоторого подобия диалога.

В настоящее время тоже вытеснен другими, более удобными видами связи.

# Системы мобильной связи

Сотовые технологии обеспечивают телефонную связь между подвижными абонентами (ячейками).

Связь осуществляется через базовые (стационарные) станции, выполняющие коммутирующие функции.

Разработано несколько стандартов мобильной связи.

Одной из наиболее широко распространенных технологий мобильной связи, в том числе и в России, является технология, соответствующая стандарту для цифровых сетей сотовой связи GSM (Global System for Mobile Communications).

# Системы мобильной связи

GSM может поддерживать интенсивный трафик (270 кбит/с), обеспечивает роуминг (т. е. автоматическое отслеживание перехода мобильного пользователя из одной соты в другую), допускает интеграцию речи и данных и связь с сетями общего пользования.

Используются разновидности: сотовая связь GSM-900 в частотном диапазоне 900 МГц (более точно 890-960 МГц) и микросотовая связь GSM-1800 в диапазоне 1800 МГц (1710-1880 МГц).

Название микросотовая обусловлено большим затуханием и, следовательно, меньшей площадью соты.

Однако увеличение числа каналов выгодно при высокой плотности абонентов.

Мощность излучения мобильных телефонов – 1-2 Вт.

# Системы мобильной связи

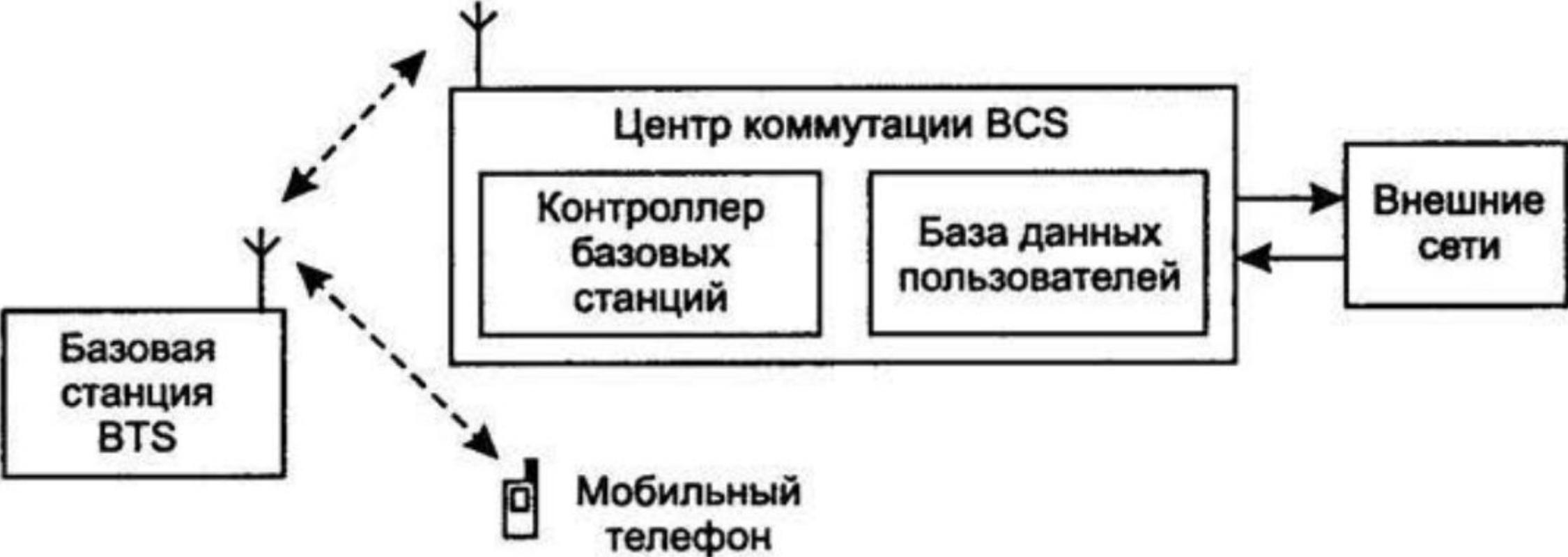
Архитектура GSM-системы представлена на следующем рисунке.

В каждой соте действует базовая станция BTS (Base Transceiver Station), обеспечивающая прием и передачу радиосигналов абонентам.

Базовая станция имеет диапазон частот, отличный от диапазонов соседних сот.

Мобильная ячейка прослушивает соседние базовые станции и сообщает контроллеру базовых станций (BSC – Base Station Controller) о качестве приема с тем, чтобы контроллер мог своевременно переключать ячейку на нужную станцию.

# Системы мобильной связи



# Системы мобильной связи

Центр коммутации (MSC – Mobile services Switching Centre) осуществляет коммутацию и маршрутизацию, направляя вызовы нужному абоненту, в том числе во внешние сети общего пользования.

В базе данных хранятся сведения о местоположении пользователей, технических характеристиках мобильных станций, данные для идентификации пользователей.

# Контрольные вопросы

1. Дайте определение линии связи.
2. Дайте определение физической среды передачи данных.
3. Как классифицируются линии связи?
4. Перечислите основные характеристики линий связи.
5. Дайте определение амплитудно-частотной характеристики, полосы пропускания, затухания, пропускной способности линий связи.
6. Охарактеризуйте помехоустойчивость, перекрестные наводки, достоверность передачи данных линий связи.
7. Перечислите основные типы кабелей.

# Контрольные вопросы

8. Дайте характеристику кабелей на основе неэкранированной витой пары.
9. Дайте характеристику кабелей на основе экранированной витой пары.
10. Дайте характеристику коаксиальным кабелям.
11. Охарактеризуйте волоконно-оптические кабели.
12. Дайте характеристику беспроводным каналам связи.
13. Каким будет теоретический предел скорости передачи данных в битах в секунду по каналу с шириной полосы пропускания в 10 кГц, если мощность передатчика составляет 0,01 м Вт, а мощность шума в канале равна 0,0001 м Вт?

# Контрольные вопросы по предыдущим темам

1. **Мост** (bridge, как устройство в компьютерных сетях).

1.1. **Мост-транслятор** (translating bridge).

1.2. **Прозрачный мост** (transparent bridge), или **интеллектуальный мост** (learning bridge),

2. **Маршрутизатор** (router).

2.1. **Статический маршрутизатор** (static router).

2.2. **Динамический маршрутизатор** (dynamic router).

2.3. **Мост-маршрутизатор** (brouter).

3. **Шлюз** (gateway, как устройство в компьютерных сетях).

# Список литературы:

1. Компьютерные сети. Н.В. Максимов, И.И. Попов, 4-е издание, переработанное и дополненное, «Форум», Москва, 2010.
2. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, В. Олифер, Н. Олифер (5-е издание), «Питер», Москва, Санкт-Петербург, 2016.
3. Компьютерные сети. Э. Таненбаум, 4-е издание, «Питер», Москва, Санкт-Петербург, 2003.
4. Построение сетей на базе коммутаторов и маршрутизаторов / Н.Н. Васин, Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016.
5. Компьютерные сети : учебное пособие / А.В. Кузин, 3-е издание, издательство «Форум», Москва, 2011.

# Список ссылок:

<https://ugra.ru/pics-www.metallolom-lom-spb.ru/images/articles/utp-kabel-4h-jilnyy-vitaya-para-93123-large.jpg>  
<https://www.adorama.com/images/large/GECAT6AB300.JPG>  
[https://www.cmples.com/content/images/thumbs/cat5e-ethernet-network-patch-cable-350-mhz-rj45-1-5-feet-orange\\_NID0009507.jpeg](https://www.cmples.com/content/images/thumbs/cat5e-ethernet-network-patch-cable-350-mhz-rj45-1-5-feet-orange_NID0009507.jpeg)  
<https://img.22oa.ru/images/kross-kabel-chno-eto-1.jpg>  
[https://sc01.alicdn.com/kf/HTB169v5jYorBKNjSZFjq6A\\_SpXaY.jpg](https://sc01.alicdn.com/kf/HTB169v5jYorBKNjSZFjq6A_SpXaY.jpg)  
<https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1ihykKgaTBuNjSszfq6xgfpXaX/5555154-2-RJ11-6P6C-.jpg>  
<https://f.allegroimg.com/original/01dc02/d2b0454a46c6b31558f45a20c44f>  
<https://go3.imgsml.ru/imgpreview?key=74be6fd72cc3757a&mb=storage>  
[https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1aZ\\_WXfjsK1Rjy1Xaq6zispXao/200674483/HTB1aZ\\_WXfjsK1Rjy1Xaq6zispXao.jpg](https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1aZ_WXfjsK1Rjy1Xaq6zispXao/200674483/HTB1aZ_WXfjsK1Rjy1Xaq6zispXao.jpg)  
<https://www.videoekat.ru/image/cache/catalog/dopol2/rj-45-1200x1200.jpg>  
<https://sc01.alicdn.com/kf/HTB1pPKkXcfrK1RkSmLyq6xGApXaW/Best-8P8C-Single-Port-Network-Socket-PCB.jpg>  
<http://www.martelkablo.com/wp-content/uploads/2012/01/ana-ekran-2.jpg>  
[https://luis.ru/upload/iblock/a2b/74a4109680a811e29400e0db550d5514\\_8491c609574d11e7941ae0db550d5514.resize1.jpg](https://luis.ru/upload/iblock/a2b/74a4109680a811e29400e0db550d5514_8491c609574d11e7941ae0db550d5514.resize1.jpg)  
[http://www.electronova.net/files/hyperline/Razemy/Hyperline\\_pal-f-screw.jpg](http://www.electronova.net/files/hyperline/Razemy/Hyperline_pal-f-screw.jpg)  
<https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1y0n2OXXXXaKXVXXq6xXFXXM/3-Pcs-F-Female-To-Pal-Female-Jack-Tv-Coaxial-Adapter-Connector-Silver-To-ne.jpg>  
[https://i5.walmartimages.com/asr/dbd304af-734a-4750-a946-0803f8257981\\_1.6df206c8c322549700fb8981d2e21f9a.jpeg?odnHeight=450&odnWidth=450&odnBg=FFFFFF](https://i5.walmartimages.com/asr/dbd304af-734a-4750-a946-0803f8257981_1.6df206c8c322549700fb8981d2e21f9a.jpeg?odnHeight=450&odnWidth=450&odnBg=FFFFFF)  
[https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1rXHwNZbpK1RjSZFy760\\_qFXao/Right-angle-F-female-to-PAL-male.png](https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1rXHwNZbpK1RjSZFy760_qFXao/Right-angle-F-female-to-PAL-male.png)  
<https://ds04.infourok.ru/uploads/ex/0af5/0006e8c4-7e1d0e6a/img6.jpg>  
<http://coraid.com/h190829-great-ethernet.jpg>  
[https://avatars.mds.yandex.net/get-zen-doc/125920/pub\\_5b10a2913dceb710503c2cd0\\_5b11056f7425f5280d0121e2/scale\\_1200](https://avatars.mds.yandex.net/get-zen-doc/125920/pub_5b10a2913dceb710503c2cd0_5b11056f7425f5280d0121e2/scale_1200)  
[http://www.ssa.ru/articles/entry/chno-takoe-opticheskij-kabel/\\$File/optakbael.jpg](http://www.ssa.ru/articles/entry/chno-takoe-opticheskij-kabel/$File/optakbael.jpg)  
<http://mediasat.info/wp-content/uploads/2015/07/sat-orbit-geo1.png>  
<https://okomag.com/wp-content/uploads/2019/05/spacex-has-been-approved-to-put-roughly-12000-starlink-satellites-in-orbit-900x506.jpg>  
<http://900igr.net/up/datas/163211/016.jpg>

**Благодарю за внимание!**

Преподаватель: Солодухин Андрей  
Геннадьевич

Электронная почта: [asoloduhin@kait20.ru](mailto:asoloduhin@kait20.ru)