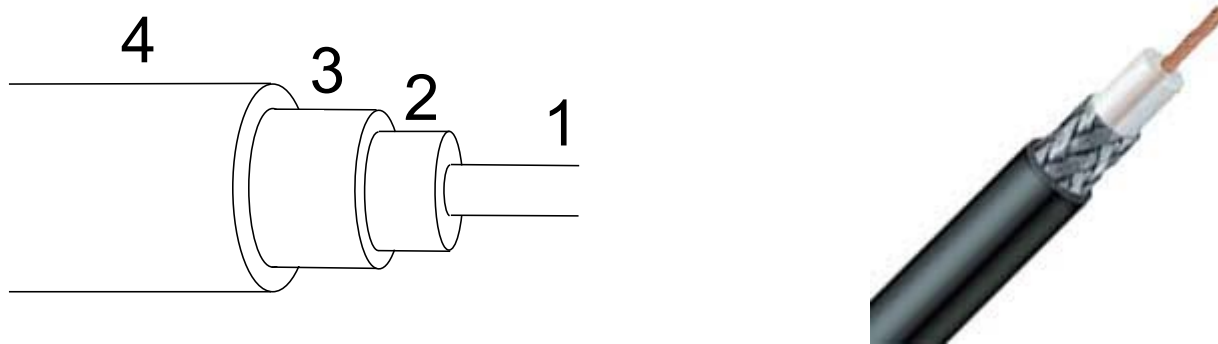


# Физический уровень взаимодействия

Стандарты и протоколы

# Коаксиальный кабель



- 1 — внутренний проводник (медная проволока),  
2 — изоляция (сплошной полиэтилен),  
3 — внешний проводник (оплётка из меди),  
4 — оболочка (светостабилизированный полиэтилен).

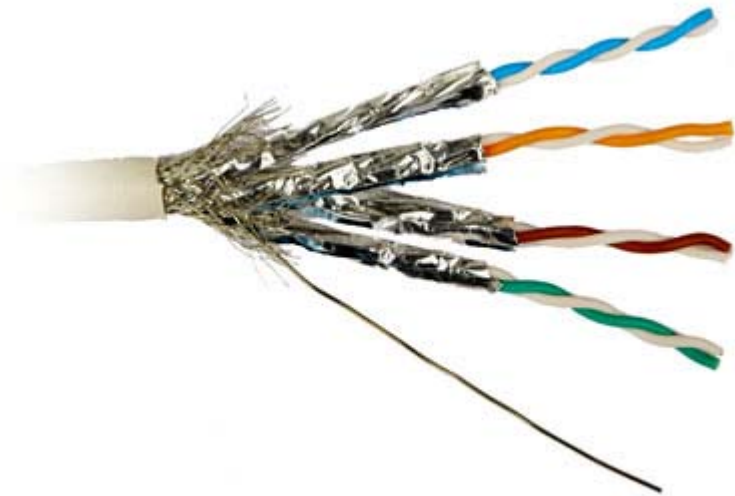
# Особенности сетей на коаксиальном кабеле

- Станции подключаются при помощи T-коннектора в случае «тонкого» ( $d=6\text{мм}$ ) ethernet и при помощи протыкания кабеля для «толстого» ( $d=12\text{мм}$ )
- Необходимо подключать специальные модули-терминаторы на концах кабеля, чтобы сигнал не отражался

# Витая пара

В зависимости от наличия защиты — электрически заземлённой медной оплетки или алюминиевой фольги вокруг скрученных пар, определяют разновидности данной технологии:

- *неэкранированная витая пара* (UTP — Unshielded twisted pair)
- *экранированная витая пара* (STP — Shielded twisted pair)
- *фольгированная витая пара* (FTP — Foiled twisted pair)
- *фольгированная*
- *экранированная витая пара* (SFTP — Shielded Foiled twisted



# Категории кабеля

- Кабель классифицируется категориями, они нумеруются от CAT1 до CAT7 и соответствуют различному эффективному частотному диапазону.
- Кабель более высокой категории обычно содержит больше пар проводов и каждая пара имеет больше витков на единицу длины.
- Неэкранированный кабель описывается стандартом **EIA/TIA 568** (Американский стандарт сетей в коммерческих зданиях).

# Категории кабеля

- **CAT1** — (полоса частот 0.1 МГц) телефонный кабель, всего одна пара, известный в России, как «*лапша*». В США использовался ранее, и проводники были скручены между собой. Используется только для передачи голоса или данных при помощи модема.
- **CAT2** — (полоса частот 1 МГц) старый тип кабеля, 2-е пары проводников, поддерживал передачу данных на скоростях до 4 Мбит/с, использовался в сетях token ring и ARCNet. Сейчас иногда встречается в телефонных сетях.
- **CAT3** — (полоса частот 16 МГц) 2-х парный кабель, использовался при построении локальных сетей 10BASE-T и token ring, поддерживает скорость передачи данных только до 10 Мбит/с. В отличие от предыдущих двух, отвечает требованиям стандарта IEEE 802.3. Также до сих пор встречается в телефонных сетях.
- **CAT4** — (полоса частот 20 МГц) кабель состоит из 4-х скрученных пар, использовался в сетях token ring, 10BASE-T, 10BASE-T4, скорость передачи данных не превышает 16 Мбит/с, сейчас не используется.

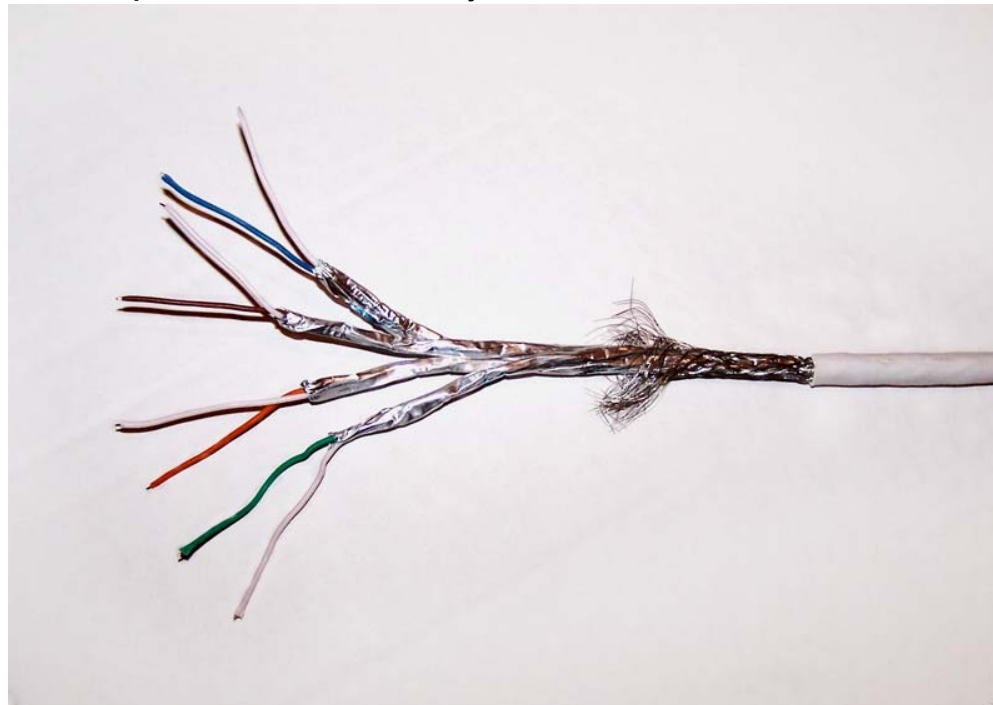
[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0)

# Категории кабеля

- **CAT5** — (полоса частот 100 МГц) 4-парный кабель, использовался при построении локальных сетей 100BASE-TX и для прокладки телефонных линий, поддерживает скорость передачи данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар.
- **CAT5e** — (полоса частот 125 МГц) 4-парный кабель, усовершенствованная категория 5. Скорость передач данных до 100 Мбит/с при использовании 2 пар и до 1000 Мбит/с при использовании 4 пар. Кабель категории 5е является самым распространённым и используется для построения компьютерных сетей.
- **CAT6** — (полоса частот 250 МГц) применяется в сетях Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 1000 Мбит/с. Добавлен в стандарт в июне 2002 года.
- **CAT6a** — (полоса частот 500 МГц) применяется в сетях Ethernet, состоит из 4 пар проводников и способен передавать данные на скорости до 10 гигабит/с и планируется использовать его для приложений, работающих на скорости до 40 гигабит/с. Добавлен в стандарт в феврале 2008 года.

# Категории кабеля

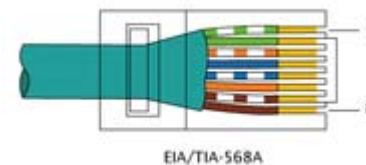
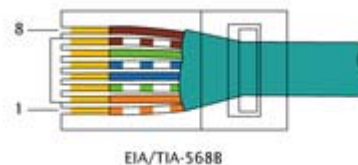
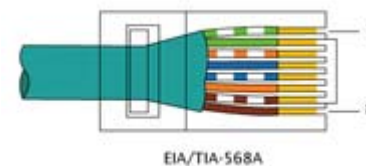
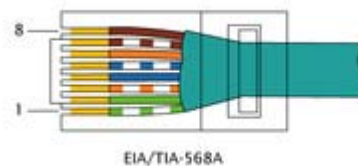
- **CAT7** — спецификация на данный тип кабеля утверждена только международным стандартом ISO 11801, скорость передачи данных до 10 Гбит/с, частота пропускаемого сигнала до 600—700 МГц. Кабель этой категории имеет общий экран и экраны вокруг каждой пары. Седьмая категория, строго говоря, не UTP, а S/FTP (Screened Fully Shielded Twisted Pair).





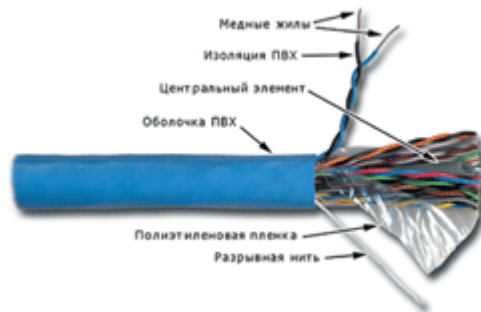
# Обжимка кабеля

- MDI и MDI-X



# Многопарный кабель

- Многопарные кабели по определению кабельных стандартов – это витопарные кабели, которые имеют под одной внешней оболочкой более 4-ех витых пар. То есть к многопарным кабелям относятся витопарные кабели, имеющие 10 пар, 25 пар, 50 пар, 100 и более пар.



**Многопарный кабель TWT,  
UTP, 25 пар, категории 5е, для  
внутренней прокладки,  
оболочка ПВХ**

<http://www.lanmaster.ru/SPEC/mnogopar.htm>



**Многопарный кабель  
LANMASTER, FTP, 25 пар,  
категории 3, для внешней  
прокладки, с гидрофобным  
заполнителем,  
полиэтиленовая оболочка**

# Многопарный кабель

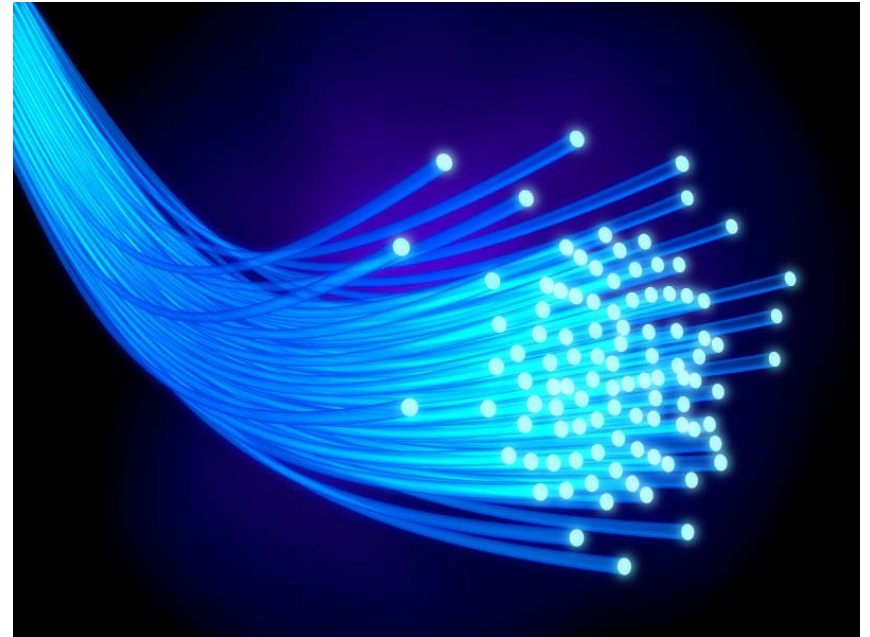
- **многопарный кабель UTP типа 10 пар** категории 5е имеет внешний диаметр 8 мм,
- **многопарный кабель UTP типа 25 пар** категории 5е имеет внешний диаметр 12.5 мм,
- **многопарный кабель UTP типа 50 пар** категории 5 имеет внешний диаметр 15.8 мм,
- **многопарный кабель UTP типа 100 пар** категории 3 имеет внешний диаметр 20.5 мм.

# Вопросы

- В чём преимущества витой пары перед коаксиальным кабелем?
- Как происходит подключение устройств к сети на коаксиальном кабеле и как на витой паре?
- Какие преимущества у многопарного кабеля?

# Оптическое волокно

- Стеклянная или пластиковая нить, используемая для переноса света внутри себя посредством полного внутреннего отражения



# Оптическое волокно

- Принцип передачи света, используемый в волоконной оптике, был впервые продемонстрирован во времена королевы Виктории (1837—1901 г.), но развитие современной волоконной технологии началось в 1950-х годах. Изобретение лазеров сделало возможным построение волоконно-оптических линий передачи, превосходящих по своим характеристикам традиционные проводные средства связи.

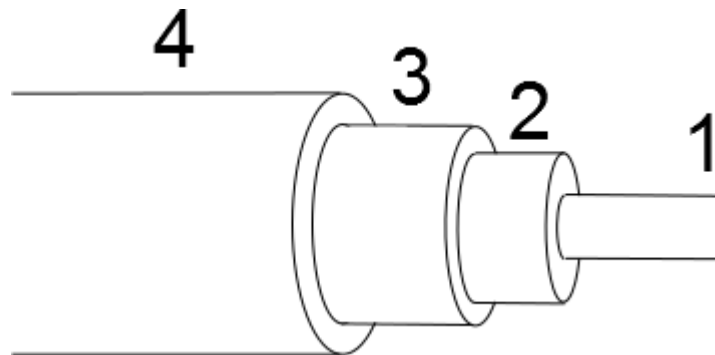
[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5\\_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BD%D0%BE)

# Оптическое волокно

- Стекланные оптические волокна делаются из кварцевого стекла, но для дальнего инфракрасного диапазона могут использоваться другие материалы, такие как флуоро-цирконат, флуоро-алюминат и халькогенидные стекла. Как и другие стекла, эти имеют показатель преломления около 1,5.
- В настоящее время развивается применение пластиковых оптических волокон.

# Оптическое волокно

- 1 – светопроводящее ядро
- 2 – отражающая оболочка
- 3 – первичное защитное покрытие
- 4 – вторичное защитное покрытие





# Одномодовое оптическое волокно

- Отличается меньшим диаметром сердцевины и допускает распространение только одной моды (луча) сигнала, исключая таким образом межмодовую дисперсию

# Одномодовое оптическое волокно

- Структура стандартного одномодового оптического волокна E 9,5/125:
- диаметр светопроводящего ядра  **$9,5 \pm 0,5$  мкм;**
- внешний диаметр оптического волокна  **$125 \pm 2$  мкм;**
- внешний диаметр первичной защитной оболочки  **$250 \pm 10$  мкм;**
- внешний диаметр вторичной защитной оболочки (если есть) **900 мкм.**

# Многомодовое оптическое волокно

- Структура стандартного многомодового оптического волокна G 50/125 мкм:
- диаметр светопроводящего ядра  **$50 \pm 3$  мкм;**
- внешний диаметр оптического волокна  **$125 \pm 2$  мкм;**
- внешний диаметр первичной защитной оболочки  **$250 \pm 10$  мкм;**
- внешний диаметр вторичной защитной оболочки  **$900 \pm 10$  мкм**

# Оптическое волокно



# Радиоволновод

- Для передачи сигнала могут быть использованы волноводы
- В этом случае радиосигнал распространяется внутри трубки и лучше защищён от внешних помех
- Использовались для передачи сигнала на большие расстояния, но на сегодняшний день полностью вытеснены волоконно-оптическим кабелем

# Естественные среды

- Радиоволны
  - Свет (ИК)
  - Звук
- 
- Передача сигнала по естественной среде является менее безопасной, но во многих случаях более дешёвой

# Естественные среды

- 1991 год, 1 до 2 Мбит/с
- 2009 год, 54 Мбит/с
- до 600 Мбит/с



**Wi-Fi** (англ. *Wireless Fidelity* — «беспроводная точность») — торговая марка Wi-Fi Alliance для беспроводных сетей на базе стандарта IEEE 802.11. Является сокращением от *Wireless-Fidelity* (дословно «беспроводная точность») по аналогии с Hi-Fi.

Любое оборудование соответствующее стандарту IEEE 802.11 может быть протестировано в Wi-Fi Alliance и получить соответствующий сертификат и право нанесения логотипа Wi-Fi.

# Wi-Fi

- Обычно абоненты соединяются с точкой доступа, используя при этом общую среду
- Возможны соединения типа точка-точка
- Общее пространство разделяется несколькими точками доступа, которые могут мешать друг-другу
- Широко распространены как домашние так и корпоративные сети



# Wi-Fi плюсы

- Нет кабеля
- Большое количество совместимых устройств
- Простота в подключении и организации доступа
- Свободное перемещение в пределах зоны доступа

# Wi-Fi минусы

- Частотный диапазон и эксплуатационные ограничения в различных странах неодинаковы
- В России точки беспроводного доступа, а также адаптеры Wi-Fi с ЭИИМ, превышающей 100 мВт (20 дБм), подлежат обязательной регистрации
- Высокое по сравнению с другими стандартами потребление энергии, что уменьшает время жизни батарей

# Wi-Fi минусы

- Самый популярный стандарт шифрования WEP может быть относительно легко взломан даже при правильной конфигурации (из-за слабой стойкости алгоритма). Несмотря на то, что новые устройства поддерживают более совершенный протокол шифрования данных WPA и WPA2, многие старые точки доступа не поддерживают его и требуют замены. Принятие стандарта IEEE 802.11i (WPA2) в июне 2004 года сделало доступной более безопасную схему, которая доступна в новом оборудовании. Обе схемы требуют более стойкий пароль, чем те, которые обычно назначаются пользователями. Многие организации используют дополнительное шифрование (например VPN) для защиты от вторжения.

# Wi-Fi минусы

- 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.
- 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.
- Неполная совместимость между устройствами разных производителей
- Уменьшение производительности сети во время дождя.
- Перегрузка оборудования при передаче небольших пакетов данных из-за присоединения большого количества служебной информации

<http://ru.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>

# Super WiFi

- 29 июля 2011 года
- Стандарт IEEE 802.22
- Скорость 22 Мбит/с
- Расстояние до 100 км

# WiMAX

- Worldwide Interoperability for Microwave Access
- Предоставление беспроводной связи на больших расстояниях
- 75 Мбит/с
- До 80 км

# Сравнение стандартов

Технология	Стандарт	Использование	Пропускная способность	Радиус действия	Частоты
Wi-Fi	802.11a	WLAN	до 54 Мбит/с	до 100 метров	5,0 ГГц
Wi-Fi	802.11b	WLAN	до 11 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11g	WLAN	до 108 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11n	WLAN	до 300 Мбит/с (в перспективе до 450, а затем до 600 Мбит/с)	до 100 метров	2,4 — 2,5 или 5,0 ГГц
WiMax	802.16d	WMAN	до 75 Мбит/с	6-10 км	1,5-11 ГГц
WiMax	802.16e	Mobile WMAN	до 40 Мбит/с до 1 Гбит/с	1-5 км	2.3-13.6 ГГц
WiMax	802.16m	WMAN, Mobile WMAN	(WMAN), до 100 Мбит/с (Mobile WMAN)	н/д (стандарт в разработке)	н/д (стандарт в разработке)
Bluetooth v. 1.1.	802.15.1	WPAN	до 1 Мбит/с	до 10 метров	2,4 ГГц
Bluetooth v. 1.3.	802.15.3	WPAN	от 11 до 55 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
UWB	802.15.3a	WPAN	110-480 Мбит/с	до 10 метров	7,5 ГГц
ZigBee	802.15.4	WPAN	от 20 до 250 Кбит/с	1-100 м	2,4 ГГц (16 каналов), 915 МГц (10 каналов), 868 МГц (один канал)
Инфракрасный порт	IrDa	WPAN	до 16 Мбит/с	от 5 до 50 сантиметров, односторонняя связь — до 10 метров	

# Естественные среды

- Кроме радиоволн можно использовать для передачи свет или звук
- Звук используется для передачи информации под водой
- Такие системы существовали, но на данный момент практически полностью вытеснены



# Вопросы

- В чём преимущество оптического волокна перед витой парой?
- В каких случаях оптическое волокно хуже витопарного кабеля?
- В чём основное отличие WiFi и WiMAX?
- В чём принципиальное отличие WiFi от Инфракрасного порта (IrDa)?