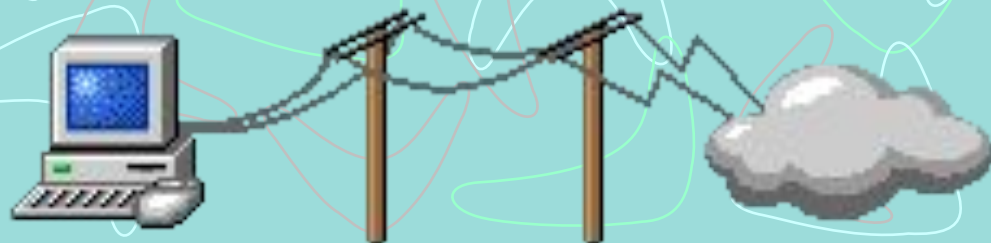


Промышленные сети

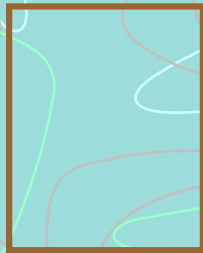

- Промышленные сети
- Физические среды передачи данных
- Уровневая модель ISO/OSI
- Система SIMATIC WinAC
- Сети PROFIBUS

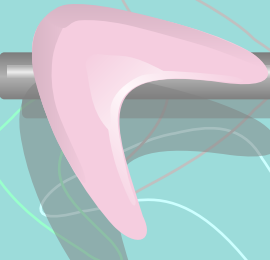




Физические среды передачи сетей

На выбор физической среды передачи влияют факторы:


- ❖ требуемая пропускная способность;
 - ❖ скорость передачи в сети;
 - ❖ размер сети;
 - ❖ требуемый набор служб (передача данных, речи, мультимедиа и т.д.), который необходимо организовать;
 - ❖ требования к уровню шумов и помехозащищенности;
 - ❖ общая стоимость проекта, включающая покупку оборудования, монтаж и последующую эксплуатацию.
- 
- 

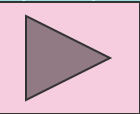


Основным сетевым средством любой сети является интеллектуальный коммуникационный процессор, позволяющий подключать персональные компьютеры, программируемые контроллеры, программаторы и другие устройства и осуществлять их взаимодействие с системой управления.

Основными характеристиками коммуникационного процессора являются: тип монтажной шины (слота), скорость передачи данных, количество соединений и потребляемый ток. Коммуникационные процессоры выпускаются с монтажными слотами следующих типов: ISA, PCMCIA, PCI. Скорость передачи данных у коммуникационных процессоров от 9,6 Кбит/с до 12 Мбит/с для сетей среднего уровня и от 10 до 100 Мбит/с для сетей верхнего уровня.



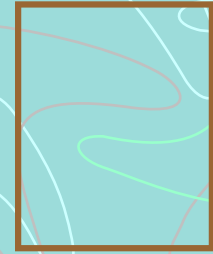
- 
- На нижнем уровне для подключения датчиков и исполнительных механизмов используют различные модули. Целый модуль состоит из верхней (пользовательский модуль) и нижней (монтажный модуль) частей. Эти части имеют различные исполнения. Для монтажных модулей возможна установка на профильную планку или крепеж с помощью винтового соединения. Пользовательские модули по своим функциям соответствуют обычным модулям входов/выходов.
 - Для работы промышленной сети используется программное обеспечение, позволяющее: реализовывать связь между активными аппаратными устройствами, входящими в сеть любого уровня; производить обмен данными в сети; реализовывать различные режимы передачи данных по сети; реализовывать функции удаленного программирования контроллеров по сети; реализовывать функции диагностирования и др.
 - Физическая среда сетей представляет собой физический материал, по которому передается информация. В качестве такого материала могут использоваться различные виды кабелей (витая пара, коаксиальные, многожильные, волоконно-оптические), а также эфир (радиоканалы, УКВ-каналы, инфракрасные каналы).





Физические среды передачи сетей

- Коаксиальный кабель
- Витая пара
- Мосты, маршрутизаторы
- Волоконно-оптический кабель
- Беспроводные технологии





Классификация сетей по назначению

- Сети терминального обслуживания.
- Сети, для систем управления производством и учрежденческой деятельности (стандарт MAP/TOP).
- Сети, для систем автоматизации проектирования.
- Сети, для распределенных вычислительных систем.





Технологии сетей

Процедуры обмена данными в сети называются протоколами передачи данных, они описывают методы доступа к сетевым каналам данных. Это специальные стандарты, обеспечивающие необходимую совместимость на каждом из уровней архитектуры сети. Они определяют характер аппаратного взаимодействия компонентов сети и характер взаимодействия программ и данных.

- Технология Ethernet
- Технология Arcnet
- Технология Token-Ring
- Технология FDDI
- Технология ATM





Технология Ethernet

Сообщение, отправляемое одной рабочей станцией, принимается одновременно всеми остальными, подключенными к сети. Но сообщение, предназначенное только для одной станции (оно включает в себя адрес станции назначения и адрес станции отправителя), принимает станция, которой оно предназначено, остальные игнорируют его.

Перед началом передачи рабочая станция определяет, свободен канал или занят. Если канал свободен, станция начинает передачу.

Если одновременно передают сообщения две или несколько станций, то аппаратура автоматически распознает такой конфликт, называемый **коллизией**. После обнаружения конфликта станции задерживают передачу на некоторое время. Это время небольшое и для каждой станции свое. После задержки передача возобновляется.



Технология Ethernet

Ethernet бывает **полудуплексный** (Half Duplex), по всем средам передачи: **источник и приемник «говорит по очереди»** (классическая коллизионная технология) и **полнодуплексный** (Full Duplex), когда **две пары приемника и передатчика на устройствах говорят одновременно**. Этот механизм работает только на витой паре и на оптоволокне (одна пара на передачу, одна пара на прием).

Ethernet различается по методам кодирования для различной физической среды, а также по типу пакетов (Ethernet II, 802.3, RAW, 802.2 (LLC), SNAP).



Тонкий коаксиальный кабель

Кабель типа **RG-58A/V** диаметром **0,2 дюйма**, с сопротивлением **50 Ом** или **75 Ом**. Длина сегмента **185 м**, количество **компьютеров**, подключенных к шине – **до 30**. Минимальное расстояние между точками подключения должно быть не меньше **2,5 м**. Коаксиальные кабели (**RG-8, RG-11, RG-58/U, RG-58 A/U, RG-58 C/U, RG-59**) способны обеспечивать **передачу данных со скоростью 10 Мбит/с**.

Для соединения всех отрезков кабеля в единый кабельный сегмент используют **BNC-коннекторы** (Bayonet-Neill-Concelnan) и **T-коннекторы** (название обусловлено формой разъема, похожей на букву «Т»). На концах кабеля устанавливаются **терминаторы** («заглушки»).

Толстый коаксиальный кабель

Сеть на «толстом» коаксиальном кабеле, имеющем диаметр **0,4 дюйма** и волновое сопротивление **50 Ом**. Максимальная длина кабельного сегмента – **500 м**, к одному сегменту можно подключить **до 100 станций**. Иногда этот кабель называют "желтым кабелем". Институт IEEE определил спецификацию для этого кабеля – **10BASE5**.




Для подключения компьютера к толстому кабелю используется **трансивер**. Трансивер подсоединен непосредственно к сетевому кабелю. От него к компьютеру идет специальный **трансиверный кабель**, максимальная длина которого **50 м**. На обоих его концах находятся 15-контактные DIX-разъемы (Digital, Intel и Xerox). С помощью одного разъема осуществляется подключение к трансиверу, с помощью другого – к сетевому кабелю.



Толстый коаксиальный кабель

При необходимости охватить локальной сетью площадь большую, чем это позволяют рассматриваемые кабельные системы, применяется **репитеры** (повторители). Репитер имеет **2-портовое** исполнение, т.е. он может объединить **2 сегмента по 185 м**. Сегмент подключается к репитеру через Т-коннектор. К одному концу Т-коннектора подключается сегмент, а на другом ставится терминатор.

В сети может быть не больше четырех репитеров. Это позволяет получить сеть максимальной протяженностью 925 м. Существуют **4-портовые** репитеры. К одному такому репитеру можно подключить сразу 4 сегмента. Очень удобны совмещенные репитеры, т.е. подходящие и для тонкого и для толстого кабеля. Каждый порт имеет пару разъемов: DIX и BNC, но они не могут быть задействованы одновременно.



Трансивер



Репитер







Витая пара

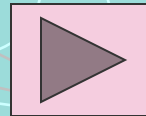
Дальнейшее развитие компьютерных сетей происходит на принципах структурирования. В этом случае каждая сеть складывается из набора взаимосвязанных участков — структур. При необходимости развития к сети просто добавляют новую структуру. Каждая отдельная структура представляет собой несколько компьютеров с сетевыми адаптерами, каждый из которых соединен отдельным проводом — **витой парой** — с коммутатором.


В кабеле на витой паре обычно используются несколько пар изолированных проводов, обвитых друг вокруг друга. Для Ethernet используется **8-жильный кабель**, состоящий из четырех витых пар. Взаимная обвивка обеспечивает защиту от собственных и внешних наводок.





Кабель на витой паре бывает **неэкранированным** и **экранированным**. Стандарт EIA/TIA 568A Commercial Building Wiring Standard определил семь категорий кабелей на неэкранированной витой паре (Unshielded Twisted Pair, UTP1 ... UTP7). Наиболее современным является кабель UTP5, способный работать со скоростью 100 Мбит/с; его волновое сопротивление 100 Ом в диапазоне частот от 1 МГц до предельной. Для кабеля UTP5 установлено минимальное число взаимных скручиваний на единицу длины (примерно 26 на 1 м). Его основными недостатками являются: взаимное наложение сигналов между смежными проводками, чувствительность к внешним электромагнитным полям, большая степень затухания сигнала по пути, чем у кабелей других типов.





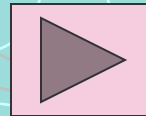
Кабели категорий 6 и 7 промышленность начала выпускать сравнительно недавно. Для кабеля категории 6 характеристики определяются до частоты 200 МГц, а для кабелей категории 7 — до 600 МГц.


Все кабели UTP выпускаются в **четырёхпарном исполнении**. Каждая из четырех пар кабеля имеет определенный цвет и шаг скрутки. Для соединения кабелей с оборудованием используются вилки и розетки, представляющие восьмиконтактные разъемы.

Экранированная витая пара (Shielded Twisted Pair, STP) содержит электрически заземляемую медную оплетку или алюминиевую фольгу. Существуют кабели с общим экраном и экраном вокруг каждой пары. **Экран обеспечивает защиту от всех внешних электромагнитных полей.** Однако по скорости передачи данных и ограничениям, накладываемым на максимальное расстояние, такие кабели идентичны кабелям без экранирования.

При построении сети по принципу витой пары можно проложить больше кабелей, чем установлено в настоящий момент компьютеров. Кабель проводится не только на каждое рабочее место, независимо от того, нужен он сегодня его владельцу или нет, но даже и туда, где сегодня рабочего места нет, но возможно появление в будущем.

Такая сеть несколько дороже традиционной сети за счет значительной избыточности при проектировании. Но зато она обеспечивает возможность эксплуатации в течение многих лет.

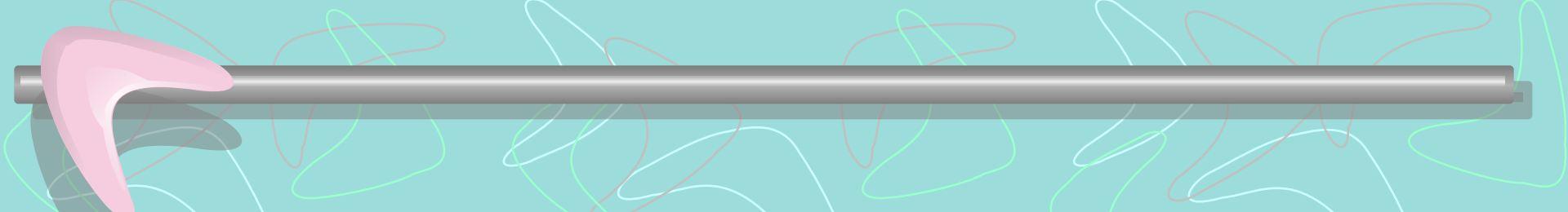




Для сетей, построенных по принципу витой пары, появляется необходимость в специальном электронном оборудовании. Это либо **hub (хаб)** либо **switch (свич)**. Они выпускаются на разное количество **портов – 8, 12, 16, 24 или 32.**

Соответственно к нему можно подключить такое же количество компьютеров. Хаб и свич – центральные устройства в сети на витой паре, от них зависит ее работоспособность и возможности





Хаб во время передачи пакета данных отправляет их сразу на все компьютеры, что значительно уменьшает пропускную способность канала, свич, имеет встроенную память, в которой хранится информация о том, к какому порту подключен какой компьютер. Поэтому во время передачи пакета, он отправляется на определенный порт. Кроме того, свич позволяет использовать в сети контроллеры с разной скоростью передачи, при этом общая пропускная способность не будет опускаться до уровня контроллера с минимальной скоростью.



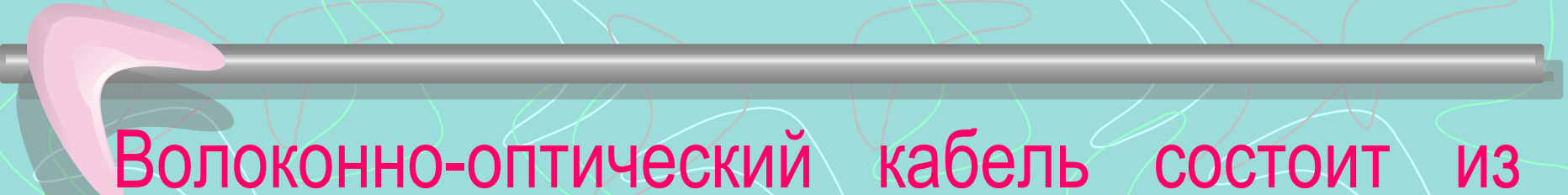


Волоконно-оптический кабель

Оптический кабель может передавать данные с очень высокой скоростью. Пропускная способность оптической системы измеряется в *Tbit/c*. **Оптоволокно обладает отличными характеристиками передачи, большой емкостью передаваемых данных, потенциалом для дальнейшего увеличения пропускной способности и прекрасной электромагнитной совместимостью.**

Волоконно-оптический кабель позволяет создавать протяженные участки более **50 км** без ретрансляторов, при недостижимой с помощью других кабелей скорости и надежности.






Волоконно-оптический кабель состоит из свободно уложенных или определенным образом скрученных волоконных световодов.

Он может состоять только из одного оптического световода, но на практике он содержит множество оптических волокон.

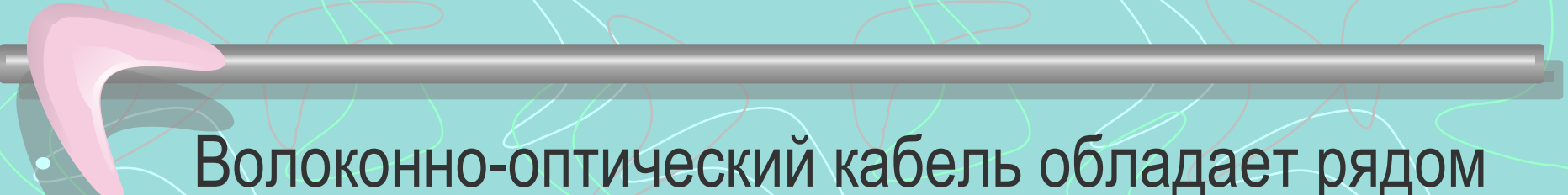
Оптический световод состоит из сердечника и мягкого защитного внешнего слоя (оболочки), который служит в качестве отражающего слоя, с помощью его световой сигнал удерживается внутри сердечника.





Передача данных производится при помощи лазерного или светодиодного передатчика, который генерирует оптические импульсы, проходящие через световоды. Перед попаданием в световод сигнал от передатчика (излучателя) проходит через оптическое согласующее устройство и оптический разъёмный соединитель (коннектор). На принимающем конце сигнал воспринимается фотодиодом, который преобразует его в электрический ток. Данное оборудование называется **окончным оборудованием** волоконно–оптической линии связи. Пропускную способность сети на базе оптоволокна можно увеличить простой заменой оконечного оборудования на обоих концах волоконно–оптической линии связи.





Волоконно-оптический кабель обладает рядом преимуществ:

- малым затуханием и независимостью затухания от частоты передаваемого сигнала;
- высокой степенью защиты от внешних электромагнитных полей. Внешние воздействия помех практически отсутствуют;
- высокой защитой данных, вероятность ошибки при передаче очень мала, что гарантирует целостность данных;
- исключает несанкционированный доступ к данным



Многомодовое и одномодовое оптоволокно

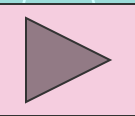
В зависимости от условий распространения световой волны в центральном световоде волоконно-оптические кабели делятся на одномодовые (single mode — SM) и многомодовые (multi mode — MM). Самое простое отличие заключается в размерах сердечника световода. Многомодовое волокно может передавать несколько мод (независимых световых путей) с различными длинами волн или фазами, однако больший диаметр сердечника приводит к тому, что вероятность отражения света от внешней поверхности сердечника повышается, а это приводит к *модовой дисперсии (рассеиванию)* и, как следствие, уменьшению пропускной способности и расстояния между повторителями сигнала.



Многомодовое и одномодовое оптоволокно

Одномодовое волокно имеет очень тонкий сердечник (диаметром 10 мкм и менее). Из-за малого диаметра сердечника световой пучок отражается от его поверхности реже, а это приводит к меньшей модовой дисперсии. Термин «одномодовый» означает, что такой тонкий сердечник может передавать только один световой несущий сигнал (или моду). Меньший диаметр сердечника такого оптоволокна означает и меньшую модовую дисперсию. В результате сигнал может передаваться на большие расстояния без повторителей. Пропускная способность одномодового оптоволокна очень широкая — до сотен гигагерц на километр.

Многомодовые кабели имеют более узкую полосу пропускания — от 500 до 800 МГц/км. Сужение полосы происходит из-за потерь световой энергии при отражениях, а также из-за интерференции лучей разных мод.

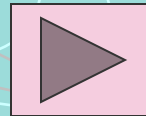




Физическая топология сети

Стандартом по физической проводке кабелей является руководство *BICSI Telecommunications Distribution Method (TDM)* за 1995 год. TDM представляет основу для формирования топологии сети с проводкой из оптического кабеля.

TDM рекомендуют физическую топологию типа «звезда» для соединения между собой волоконно–оптических магистралей как внутри, так и вне зданий.

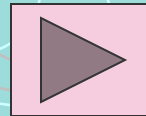




Число используемых оптических волокон в кабеле

Число оптических световодов в кабеле определяет число оптоволокон. Ни один из существующих стандартов не определяет, сколько оптоволокон должно быть в кабеле, поэтому проектировщик должен это решать сам. При выборе оптоволоконного кабеля надо учитывать, что производители оптического кабеля, как правило, изготавливают его с **числом волокон кратным 6 или 12.**

Необходимо подсчитать, сколько волокон нужно для начальной поддержки сетевых приложений, а затем умножить это число на два, и это будет необходимый минимум.

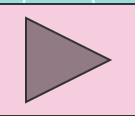




Спецификация на оптоволокно

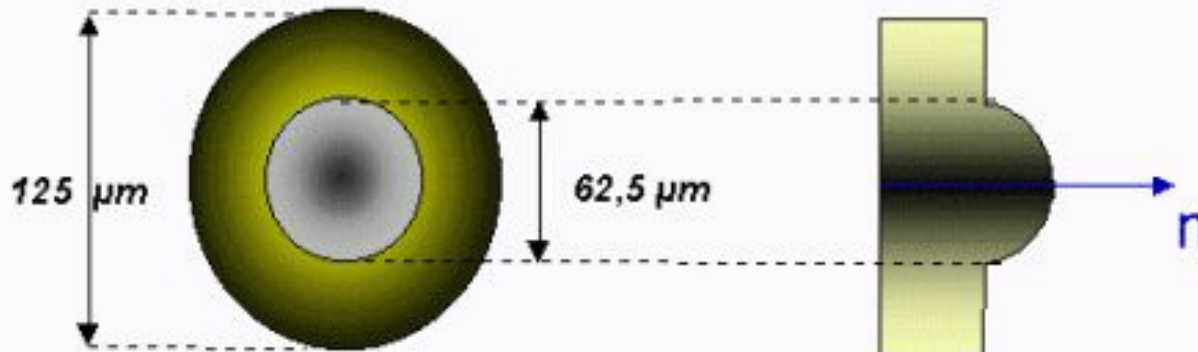
Практические параметры, которые необходимо знать, — это *длина, диаметр, окно прозрачности (длина волны), затухание, пропускная способность и качество оптоволокна*. В спецификациях на оптоволокно длина указывается в метрах и километрах. Наиболее распространено *многомодовое оптоволокно* с соотношением диаметров сердечника к оболочке *62,5/125 мкм*. Этот размер называется в спецификации ANSI/TIA/EIA–568A стандартным для проводки в зданиях.

Одномодовое оптоволокно имеет один стандартный размер — *9 мкм* (плюс–минус один мкм).

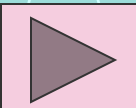
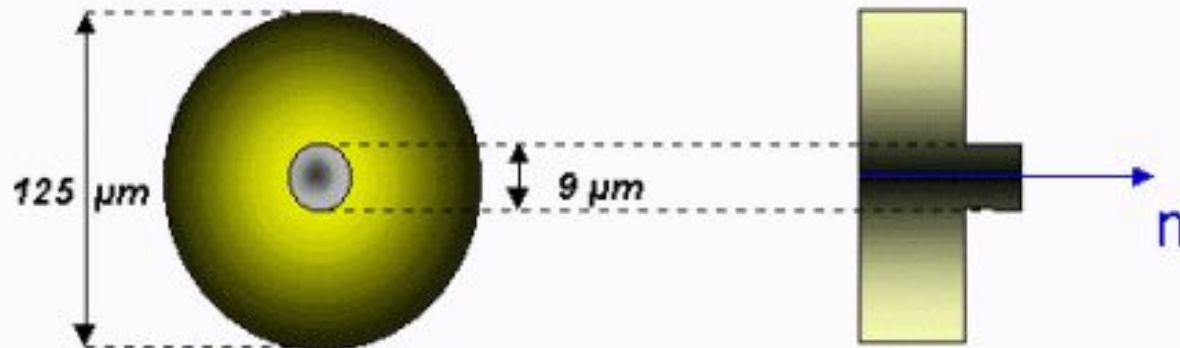


Одномодовое и многомодовое оптическое волокно

Градиентное многомодовое волокно



Ступенчатое одномодовое волокно





Спецификация на оптоволокно

Окно прозрачности — это длина световой волны излучения, которую волокно передает с наименьшим затуханием. Длина волны измеряется обычно в нанометрах (нм). Самые распространенные значения длины волны — 850, 1300, 1310 и 1550 нм. Большинство волокон имеет два окна — т. е. оптическое излучение может передаваться на двух длинах волн. Для многомодовых оптических волокон это 850 и 1310 нм, а для одномодовых — 1310 и 1550 нм.





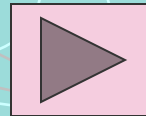
Спецификация на оптоволокно

Затухание характеризует величину потерь сигнала.

Затухание измеряется в децибелах на километр (дБ/км).

Типовое затухание для одномодового волокна составляет 0,5 дБ/км при длине волны в 1310 нм и 0,4 дБ/км при 1550 нм. Для многомодового волокна эти величины равны 3,0 дБ/км при 850 нм и 1,5 дБ/км при 1300 нм.

*Спецификацию на кабели составляют, исходя из максимально допустимого затухания (т. е. наихудшего случая), а не типовой величины потерь. **Максимальная величина затухания при указанных длинах волн составляет для одномодового 1,0/0,75 дБ/км и 3,75/1,5 дБ/км для многомодового.***

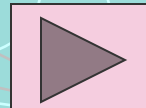




Спецификация на оптоволокно

Скорость передачи данных, передаваемых по оптоволокну, прямо пропорциональна затуханию. Чем меньше затухание (дБ/км), тем шире граничная частота полосы пропускания в МГц. Минимально допустимая граничная частота полосы пропускания для многомодового волокна должна быть 160/500 МГц при длине волны 850/1300 нм и максимальном затухании 3,75/1,5 дБ/км. Эта спецификация отвечает требованиям FDDI, Ethernet и Token Ring.

Волокно может быть трех различных типов в зависимости от необходимых характеристик оптической передачи: *стандартное, высококачественное и премиумное.*



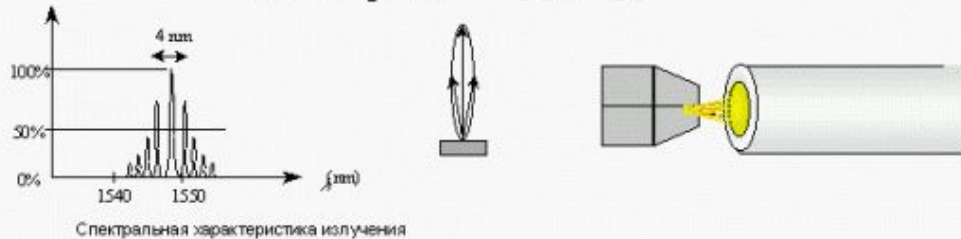
Способы ввода оптического излучения в оптоволокно

СИД: Светоизлучающий диод



Спектральная характеристика излучения

Лазерный диод

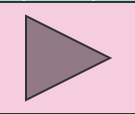


Спектральная характеристика излучения

Ввод излучения для одномодового оптоволокна осуществляется узким лучом точно вдоль оси сердечника оптоволокна.

В качестве оптического источника излучения здесь применим только **лазерный диод**.

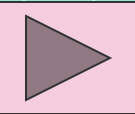
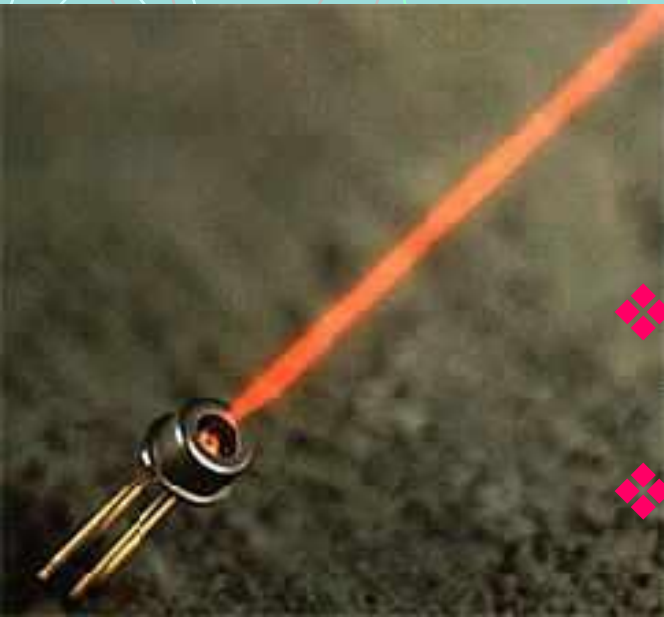
Для многомодовых волокон может использоваться и более дешевый **светодиодный излучатель**.



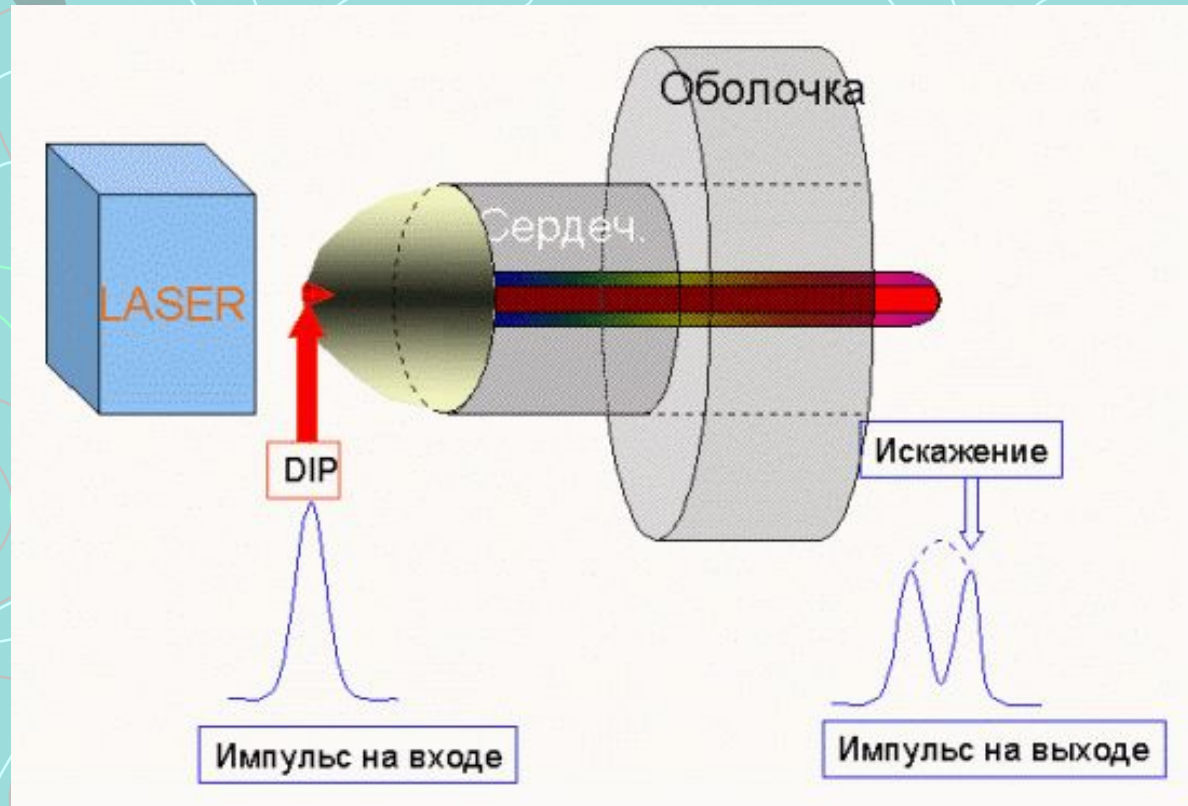
Способы ввода оптического излучения в оптоволокно

VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) — лазер поверхностного излучения с вертикальным объемным резонатором, работает на длине волны 850 нм и 1300 нм. **Достоинства:**

- ❖ технологичность производства излучателя;
- ❖ снижение цены по сравнению с лазерным диодом;
- ❖ узконаправленный и интенсивный спектр оптического излучения.

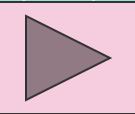


Профиль DIP оптоволокна и искажение импульса на приеме



При передаче идеального остроконечного импульса он не только претерпевает «уширение», но и теряет часть энергетического

спектра за счет эффекта «провала» вершины импульса. Такой эффект провала вызван профилем индекса искажений DIP (Distortion Index Profile).





Оптические коннекторы

Волоконно-оптические кабели
присоединяют к оборудованию
разъемами *MIC*, *ST* и *SC*.

Рекомендуемым типом оптического коннектора согласно спецификации *ANSI/TIA/EIA-568A* на телекоммуникационную проводку для коммерческих зданий является *двойной защелкивающийся SC-коннектор*. Однако наиболее часто используемым типом оптического коннектора в патч панелях стал коннектор *ST*.



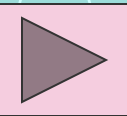


Сращивание волокон

- Сращивание оптоволоконных кабелей — процедура неизбежная. Наиболее распространены два метода сращивания: *механическое сращивание (сплайсинг)* и *сварка*.

При механическом сплайсинге концы волокон соединяются друг с другом при помощи *муфты-зажима*. При сварке концы волокон стыкуются при помощи *сварочного аппарата*.

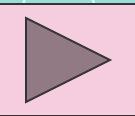
Неудачное сращивание многомодового волокна имеет меньшие последствия, нежели одномодового, потому что пропускная способность сигнала, передаваемого по многомодовому волокну несколько ниже и волокно не так чувствительно к отражениям в результате механического сращивания.





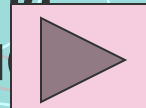
Тестовое оптическое оборудование

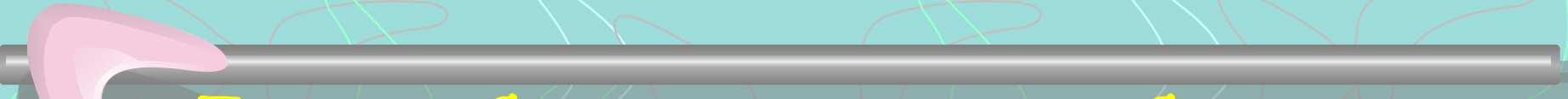
Для тестирования необходим измеритель мощности оптического сигнала. При прокладке оптоволоконного кабеля используют *рефлектометр OTDR* (*Optical Time Domain Reflectometer*) или аналогичное оборудование измерений. OTDR позволяет определить характеристики волокна и обеспечить вывод результатов с их графическим представлением. Принцип работы OTDR–рефлектометра похож на оптический радар: он посылает оптические импульсы, а затем измеряет время и амплитуду отраженного сигнала. Рефлектометры позволяют измерить величину затухания в **дБ**, эта величина не очень точна. Для измерения затухания необходимо использовать измеритель мощности оптического сигнала и источник с эталонной длиной волны.




Техника безопасности при работе с опто-волоконном

- 1.** Нельзя смотреть непосредственно в оптическое волокно!
- 2.** Обрезки волокна, образующиеся при сращивании волокон, представляют собой осколки стекла. Эти мелкие, практически невидимые "стекляшки" могут повредить кожу или попасть в глаз.
- 3.** Следите за пожаробезопасностью во время сращивания волокон. При зачистке волокон обычно используется спирт, а он легко воспламеняется, и, кроме того, его горение бесцветно! Не курите во время сращивания волокон.
- 4.** Документируйте тестирование оптоволоконна. Тесты, проводимые во время прокладки кабеля, дают очень ценные данные. На случай возникновения проблем в будущем сохраните копии измерений потерь и волновых форм. Установите и запишите затухание каждого волокна на используемой длине волны. Если оконечное оборудование работает с волной 780 нм, то затухание надо проверить на 780 нм — затухание на 850 нм будет отличаться от искомого

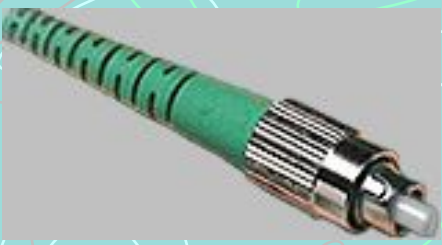




Техника безопасности при работе с опто-волоконном

- 5.** Число волокон в кабеле между зданиями и внутри зданий должно быть максимально возможным.
 - 6.** Делайте допуск по крайней мере в 2 дБ на оптическое затухание по оптоволокну или больше.
 - 7.** Составьте описание оконечного оптического канала, включая мощность оптического излучения при передаче, оптические потери, местоположение патч панели, тип коннектора для каждого соединения и мощность оптического излучения при приеме.
 - 8.** Если используете и одномодовое, и многомодовое волокно в кабельной проводке, то одномодовые коннекторы и муфты следует держать отдельно от многомодовых. Во-первых, одномодовые компоненты обходятся дороже. А во-вторых, многомодовый компонент, установленный вместо одномодового, не так-то просто обнаружить даже с помощью специальных приборов.
 - 9.** По возможности, физическая проводка должна иметь топологию «звезда».
 - 10.** Для внутренних приложений наиболее предпочтительно применение многомодового волокна 62,5/125 мкм, к тому же оно рекомендовано стандартом ANSI/TIA/EIA/-568A.
- 

Волоконно-оптический кабель





Мосты

При работе большого количества рабочих станций с одним сервером производительность такой сети может оказаться невысокой.

Сеть с двумя серверами будет работать быстрее, так как теперь будет не только большее количество дисков, но и два дисковых контроллера вместо одного, а также два процессора.

Иногда выгодно полностью разделить сети, снабдив каждую своим отдельным сервером. **Для связи отдельных сетей в единую сеть используют мосты.**

С помощью моста можно объединить в единое целое даже сети, использующие разные методы доступа.



Мосты

Внутренний мост располагается на файловом сервере, в него вставляется несколько сетевых адаптеров. К каждому сетевому адаптеру подключается свой сегмент сети. **Внешний мост** располагается на рабочей станции. Этот компьютер должен иметь сетевой адаптер для каждой из объединяемых сетей и запускаться специальным программным обеспечением моста, входящим в комплект ОС. Он передает данные более эффективно. **Выделенный мост** – это ПК, который используется только как мост. **Совмещенный мост** может функционировать и как мост и как рабочая станция одновременно.





Маршрутизаторы

Маршрутизаторы работают на более высоком, третьем уровне модели OSI (мосты и коммутаторы — на втором), они имеют дело с протоколами более высоких уровней. Они:

- **работают** не с физическими адресами пакетов (MAC-адресами), а с **логическими сетевыми адресами (IP-адресами)**;
- ретранслируют не всю входящую информацию, а только ту информацию, которая адресована им лично, и **отбрасывают широковещательные пакеты**, разделяя тем самым широковещательную область сети;
- **поддерживают сети с множеством возможных маршрутов**, путей передачи информации, так называемые ячеистые сети (meshed networks). Мосты же требуют, чтобы в сети не было петель, чтобы путь распространения информации между двумя любыми абонентами был единственным.



Маршрутизаторы

Мосты






Технология АТМ

Высокая скорость передачи и чрезвычайно низкая вероятность ошибок в волоконно-оптических системах выдвигают на первый план задачу создания высокопроизводительных систем коммутации на основе стандартов АТМ (Asynchronous Transfer Mode).

Сеть АТМ имеет топологию «**звезда**». Она строится на основе одного или нескольких коммутаторов, являющихся неотъемлемой частью данной коммуникационной структуры.

АТМ – это метод передачи информации между устройствами в сети **маленькими пакетами фиксированной длины, названными ячейками (cells)**, а не пакетами. Ячейки фиксированной длины требуют минимальной обработки при операциях маршрутизации в коммутаторах. Это позволяет максимально упростить схемные решения коммутаторов при высоких скоростях коммутации. **Поддерживается скорость обмена до 622 Мбит/с** с перспективой увеличения до **2,488 Гбит/с**.

Такие сети применяются в основном в качестве **магистральных сетей**. Технология радикально отличается от обычных сетевых технологий, т.к. АТМ проектировалась как система коммутации с помощью **виртуальных каналов связи**, которые поддерживают постоянную и переменную скорость передачи данных. **Виртуальные каналы могут быть постоянными и временными**. Постоянный канал всегда открыт, вне зависимости от трафика. Временные каналы создаются по требованию, и как только передача данных заканчивается, закрывается.





Технология Arcnet

Arcnet – Attached Resource Computer NetWork. Этот метод доступа разработан фирмой Datapoint Corp в 1977 г. Она получила широкое распространение, в основном благодаря тому, что **оборудование Arcnet дешевле**, чем оборудование Ethernet или Token-Ring и **большая длина сети (до 6 км)**. Но у нее низкая скорость передачи (**2,44 Мбит/с**). Arcnet используется в локальных сетях с топологией «звезда» и «шина».

Один из компьютеров создает маркер (сообщение специального вида), **который последовательно передается от одного компьютера к другому**. Если станция желает передать сообщение другой станции, она должна дождаться маркера и добавить к нему сообщение, дополненное адресами отправителя и назначения. В текущий момент это может быть только одна станция. Когда пакет дойдет до станции назначения, сообщение будет "отцеплено" от маркера и передано станции.





Технология Token-Ring

Метод доступа Token-Ring был разработан фирмой IBM и рассчитан на **кольцевую топологию сети**.

Этот метод напоминает Arcnet, так как тоже **использует маркер**, передаваемый от одной станции к другой. В отличие от Arcnet, при методе доступа Token-Ring **имеется возможность назначать разные приоритеты разным рабочим станциям**.

Не рассчитана на большие расстояния. Стоимость оборудования выше, чем в Ethernet, однако **скорость передачи достаточно высокая**.





Технология FDDI

Стандарт определяет **двойную кольцевую локальную сеть** с эстафетным доступом, использующую волоконно-оптический кабель. Технология *FDDI* (Fibre Distributed Data Interface) **имеет хорошие характеристики по расстоянию** (длина окружности 100 км, расстояние между рабочими станциями - 2 км), **скорости (100 Мбит/с) и отказоустойчивости**. Сейчас мало используется, в основном, из-за высокой стоимости. Однако она до сих пор поддерживается на высоком уровне, а в отдельных случаях (например, применение для опорной сети масштаба города) использование этой технологии может быть оправданным.



Беспроводные технологии передачи данных

- Беспроводная сеть Wi-Fi
- Инфракрасная связь
- Связь по стандарту Bluetooth



Беспроводная сеть Wi-Fi

1997 г. - принят стандарт для беспроводных сетей IEEE 802.11.

IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

(международная организация ученых-инженеров по электротехнике и электронике и связанным направлениям).

Разработкой и поддержкой стандарта занимается комитет (Wireless Fidelity) Alliance. Совместимые со стандартом беспроводные сети работают на скорости 11 Мбит/с.

Логические
топологии
беспроводных
сетей

Точка—точка
доступа
(Infrastructure)

Точка—точка
(Ad-hoc)

Беспроводная сеть Wi-Fi

Метод доступа к сети — множественный доступ с предотвращением коллизий **CSMA/CD** (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).

Роуминг - автоматическое подключение к точке доступа и переключение между точками доступа при перемещении абонентов.



Беспроводная сеть Wi-Fi

Типы сервисов

*Сервисы
распределения*

Ассоциация

Дизассоциация

Реассоциация

Распределение

Интеграция

Станционные

Идентификация

Деидентификация

Конфиденциальность

Доставка данных

Инфракрасная связь

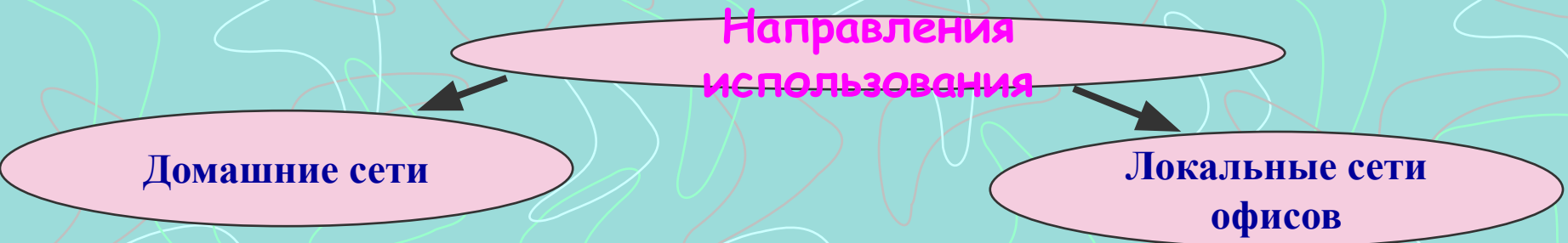
Передача данных через ИК-соединения реализована в соответствии со стандартами и протоколами **IrDA** (Infrared Data Association, 1993г.)



Связь по стандарту Bluetooth

1999 г

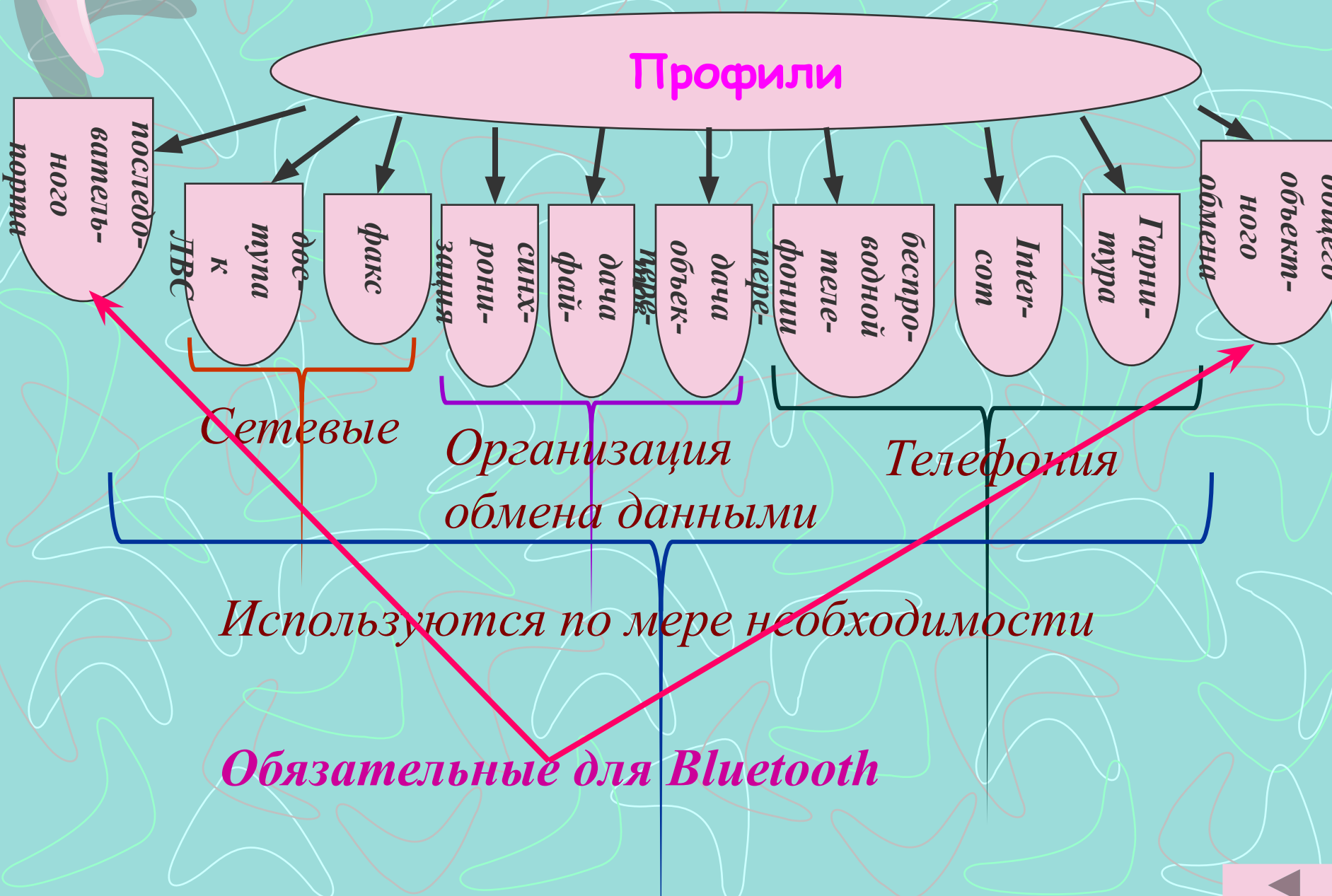
Bluetooth — технология передачи данных по радиоканалам на короткие расстояния, позволяющая осуществлять связь беспроводных телефонов, компьютеров и различной периферии даже в тех случаях, когда нарушается требование прямой видимости.



Основу архитектуры Bluetooth составляет **пикосеть (piconet)**, состоящая из одного главного узла и нескольких (до семи) подчиненных узлов, расположенных в радиусе 10 м. Несколько объединенных вместе пикосетей составляют **рассеянную сеть (scatternet)**.



Связь по стандарту Bluetooth

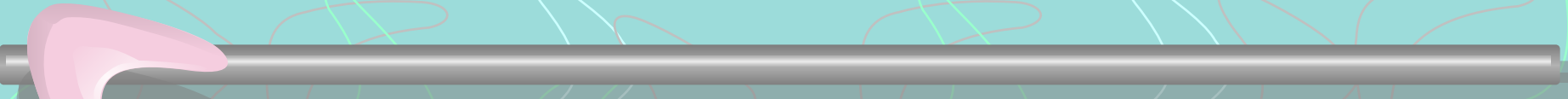


Промышленные сети

Промышленные сети обеспечивают обмен данными между различными микропроцессорными средствами автоматизации с помощью средств коммуникаций.

К ним относятся модули коммуникационных процессоров для соединения контроллеров «точка—точка» и адаптеров магистральных интерфейсов связи, коаксиальные и оптоволоконные кабели, повторители, интерфейсные мультиплексоры и др. Структура информационных сетей может быть магистральной (линейной, типа «шина»), радиальной (типа «звезда»), кольцевой и древовидной. При создании систем отдают предпочтение магистральным структурам, которые по сравнению с другими структурами требуют меньших материальных затрат при прокладке кабелей, легко расширяются и позволяют осуществлять непосредственную коммуникационную связь от абонента к абоненту через единственную линию передачи данных.





Как правило, сети делают открытыми для интегрирования компьютерных средств автоматизации различных производителей. С этой целью выпускаются мосты и межсетевые преобразователи для связи различных локальных сетей и интерфейсов.

Из разнообразных типов средств коммуникации можно создавать сети, оптимально приспособленные к топологии технологического комплекса и обеспечивающие требуемые объемы и скорости передачи информации.

Для связи агрегатов в технологическом комплексе, а также для единого управления комплексами на производстве, применяют локальные промышленные сети. В промышленности применяется большое количество сетей. Обобщенные данные некоторых из них представлены в [таблице](#).



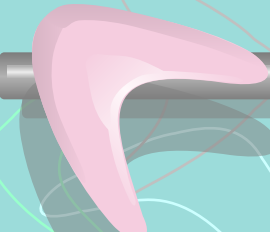
Протокол	Среда передачи	Число узлов	Скорость передачи данных, кбод	Длина линий, м	Топология сети	Принцип доступа к сети
Bitbus	Витая пара, радиоканал, оптопара	До 250	До 1400	30... 1200	Шина	Master/ Slave
ASI	Витая пара, ASI-кабель	До 32	До 167	До 1000	Линия, звезда, дерево, кольцо	То же
Hart	Витая пара, выделенный телефонный канал	До 15	1200	До 3000	Звезда	»
LonWorks	Витая пара, коаксиальный кабель, волоконно-оптический кабель, радиоканал	До 127	4,88... 1250	До 2000	Произвольная	Произвольный доступ (CSMA/CD)
Canbus	Витая пара	До 30	50... 1000	До 1000 -20 кбод; до 40 м — 1 Мбод	Шина	Произвольный доступ по приоритету (CSMA/CM)
WorldFIP	Витая пара, волоконно-оптический кабель	До 256	31,25; 1000; 2500; 5000	До 2000	»	Master/Slave/Token
Modbus	Не специфицированная	1 master до 247 slaves	0,6... 19,2	15-RS232C; 1200 - RS422; 1000 — токовая петля	Звезда, шина	Тоже
Profibus	Витая пара, волоконно-оптический кабель	До 126	500... 1500 (FMS); 1500... 12000 (DP); 31 (PA)	1200; 4800 с повторителем; до 23000 опто кабель	То же	»

Наиболее известными и часто используемыми являются сети: Industrial Ethernet, Ethway, Mapway, Profibus, Modbus, Modbus plus, Fipio, Unitelwey, Fipway, Masterbus.

Промышленные сети имеют трехуровневую структуру построения:

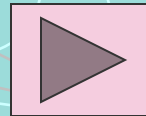
- На нижнем уровне соединяются датчики и исполнительные механизмы с системой автоматизированного управления. Обеспечивается взаимодействие между агрегатами (их подключение и обмен информацией между ними), что дает возможность: экономии модулей входов/выходов; простого и быстрого монтажа; электропитания датчиков и исполнительных механизмов через коммуникационные линии; осуществление функций самотестирования и параметрирования; достижения высокой помехозащищенности и др. Максимальная длина соединительной линии примерно 100 м без повторителей и примерно 300 м с повторителями.





□ Средний уровень предназначен для координации работы всех агрегатов, входящих в технологический комплекс, для получения информации от каждого из них, визуализации режимов работы комплекса. Протяженность сети может быть от 1200 м до 100 км в зависимости от физической среды передачи данных и применения повторителей.

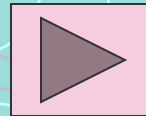
□ Верхний уровень (административный) предназначен для связи с системой управления производством.





К промышленным сетям предъявляют следующие требования:

- ❑ выполнение разнообразных функций по передаче данных, включая пересылку файлов, поддержку терминалов, обмен с внешними запоминающими устройствами, обработку сообщений, доступ к файлам и базам данных, передачу речевых сообщений;
- ❑ подключение большого набора стандартных и специальных устройств, в том числе оборудования контроля и управления, современных и перспективных, а также ранее разработанных устройств с различными программными средствами, архитектурой, принципами работы;
- ❑ доставка с высокой достоверностью информации адресату;
- ❑ простота монтажа, модификации и расширения сети. Подключение новых устройств и отключение прежних без нарушения работы сети длительностью более 1с.



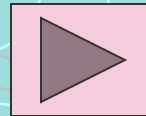


Взаимодействие устройств в сети должно отвечать следующим требованиям:

- возможность для каждого устройства связываться и взаимодействовать с любым другим устройством;
- обеспечение равноправного доступа к физической среде для всех пользователей;
- возможность адресации пакетов информации как одному устройству, так и группе устройств.

Информационные требования:

- должен быть обеспечен «прозрачный» режим обслуживания, а также возможность приема, передачи и обработки любых сочетаний битов, слов и символов;
- пропускная способность сети не должна существенно снижаться при полной загрузке.



Требования к надежности и достоверности:

- ❑ отказ или отключение питания подключенного устройства должны вызывать только переходную ошибку;
- ❑ средства обнаружения ошибок должны выявлять все пакеты, содержащие до четырех искаженных битов. Если же достоверность передачи достаточно высока, сеть не должна сама исправлять обнаруженные ошибки;
- ❑ функции анализа, принятия решения и исправления ошибки должны выполняться с подключенными устройствами.

Перечисленные требования обуславливают основные особенности промышленных сетей: возможность размещения их на сравнительно небольшой территории; наличие высокоскоростного общего канала (физической среды); отсутствие применения средств и методов сетей общего пользования без накладывания ограничений на эти сети; соединение в сетях самых разнообразных и независимых устройств (термин «высокоскоростной канал» условен, поскольку скорость передачи оценивается только по отношению подключаемым устройствам).

