

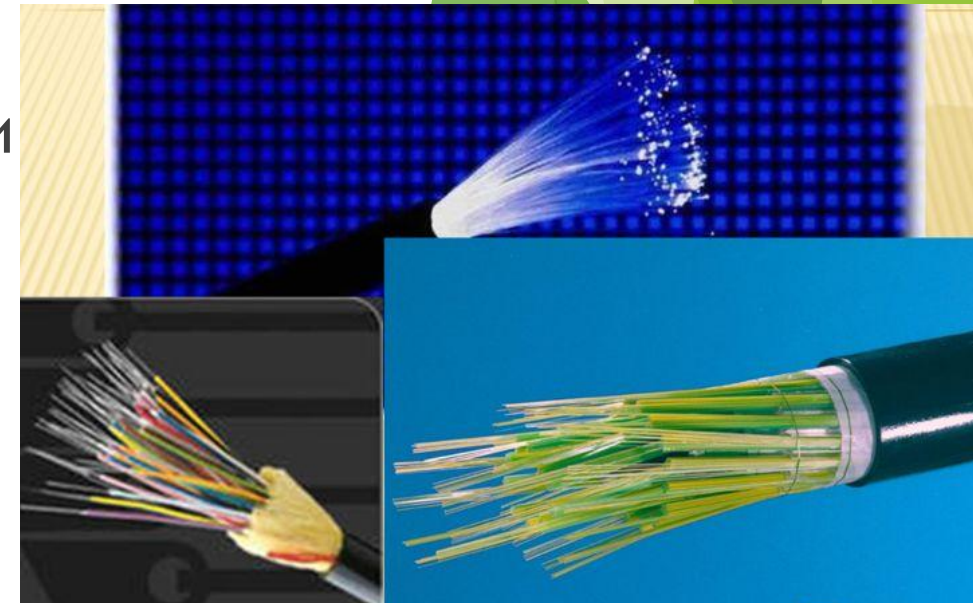
Лекция 6. Оптоволоконный кабель

Лекция по дисциплине «Инфокоммуникационные системы и сети»

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

Определение «оптоволоконный кабель»

- ▶ **Оптоволоконный (волоконно-оптический, оптиковолоконный кабель)** – кабель на основе волоконных световодов, предназначенный для передачи оптических сигналов в линиях связи, в виде фотонов (света), со скоростью меньшей скорости света из-за непрямолинейности движения.
- ▶ Передача информации по оптическим линиям связи имеет всего лишь 70-летнюю, но весьма бурную историю. В основе оптической передачи лежит эффект полного внутреннего отражения луча, падающего на границу двух сред с различными показателями преломления.



Принцип передачи сигнал по оптоволокну

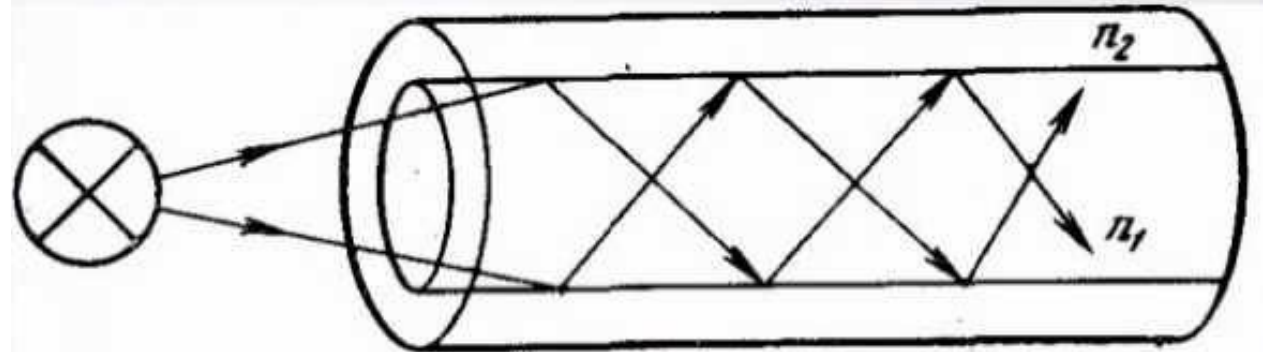
- ▶ **Световод** представляет собой тонкий двухслойный стеклянный стержень, у которого показатель преломления внутреннего слоя (n_1) больше, чем наружного (n_2). Если в торец такого стержня ввести световой луч под углом к оси, не превышающим некоторый критический угол, то луч будет полностью отражаться от поверхности раздела слоев и распространяться вдоль световода.

При этом световод можно изгибать (в определенных пределах), и проходящий световой поток также будет изгибаться. Световод, управляемый источник света и фотодетектор образуют канал оптической передачи информации, протяженность которого может достигать десятков километров.

Оптическое волокно состоит из двух слоев:

внешнего и **внутреннего**.

Свойства материалов этих слоев таковы, что свет полностью отражается на границе этих слоев.

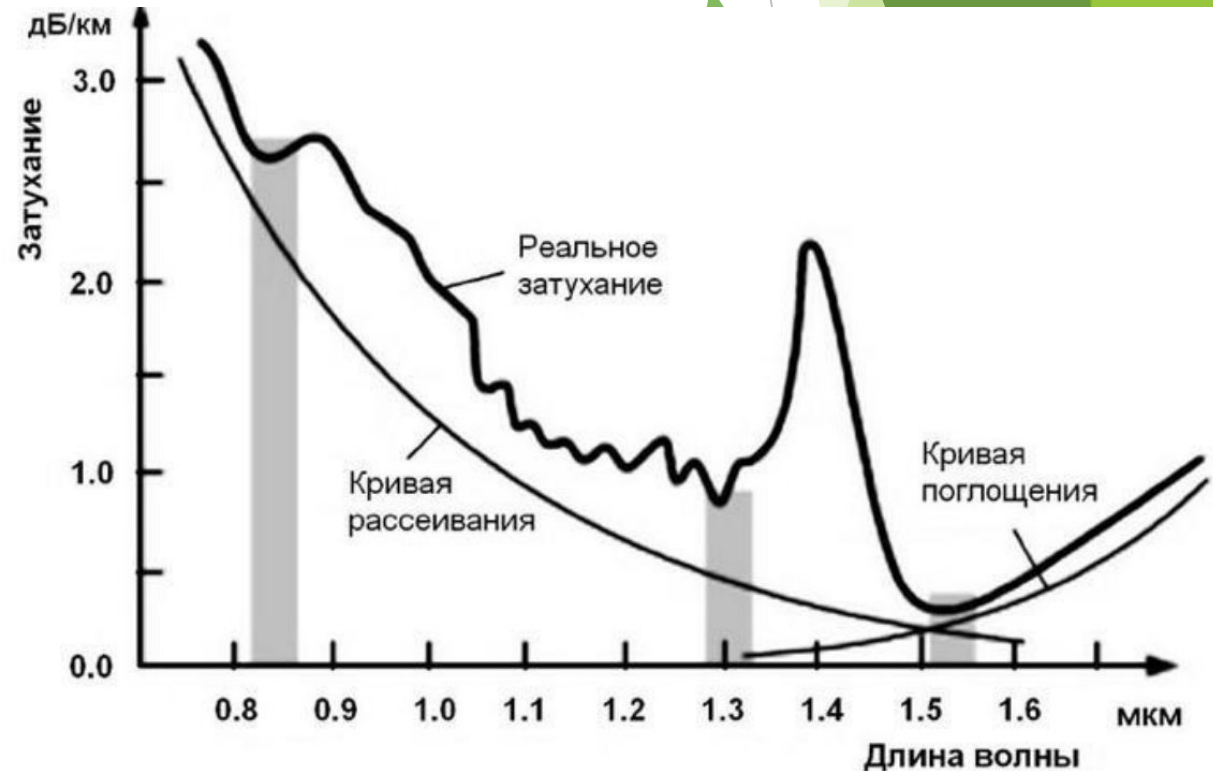
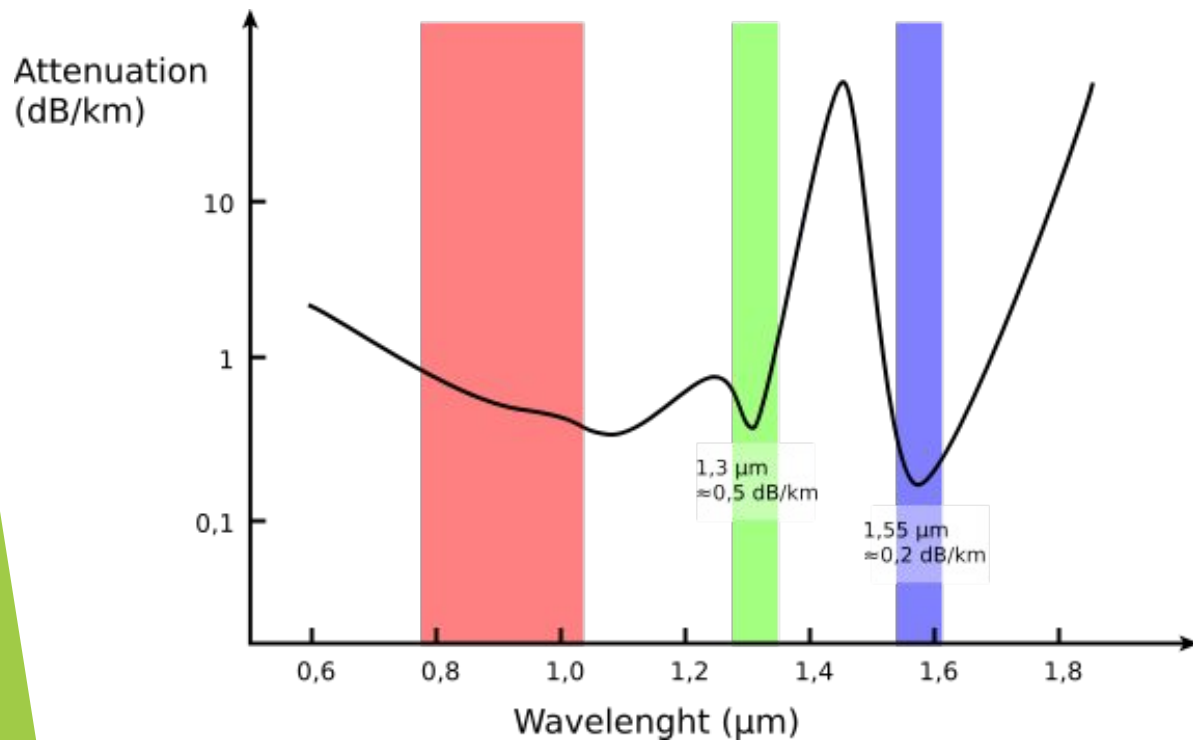


Характеристики сигнала при передаче по оптоволокну

- ▶ *Световоды* пропускают свет с длиной волны 0,4-3 мкм (400-3000 нм), но пока практически используется только диапазон 600-1600 нм (часть видимого спектра и инфракрасного диапазона).
- ▶ История оптоволоконной передачи началась с коротковолновых (около 800 нм) систем. По мере совершенствования технологий производства излучателей и приемников уходят в сторону более длинных волн — через 1300 и 1500 к 2800 нм, передача которых может быть эффективнее.
- ▶ Высокая частота электромагнитных колебаний этого диапазона (10^{13} — 10^{14} Гц) дает потенциальную возможность достижения скорости передачи информации вплоть до терабит в секунду.
- ▶ Реально достижимый предел скорости определяется существующими источниками и приемниками сигналов — в настоящее время освоены скорости до нескольких гигабит в секунду.

Диапазон используемых волн

- ▶ В передаче света по оптическому волокну используется чаще всего диапазон длины волны от 800 нм до 1800 нм. Внутри диапазона выделяют три наилучшие области для передачи света - окна прозрачности - 850 нм, 1310 нм и 1550 нм. Свет с длиной волны вне диапазона 800-1800 нм распространяется с большими потерями.



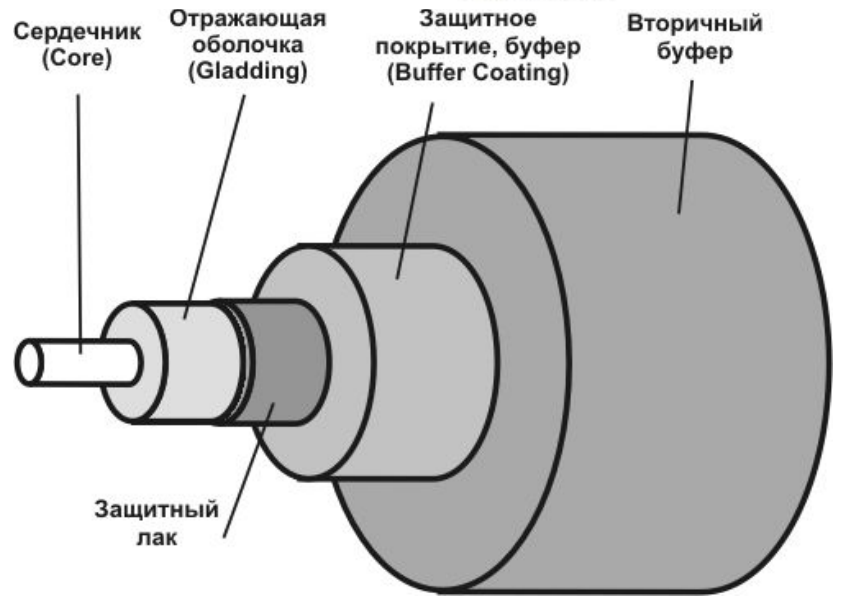
Достоинства оптоволоконного кабеля

- ▶ Абсолютная защищенность оптоволоконна от электрических помех, наводок.
- ▶ Полное отсутствие излучения во вне.
- ▶ Подключиться к этому типу кабеля для несанкционированного прослушивания сети практически невозможно.
- ▶ Скорость передачи данных через оптоволоконные системы составляет более от 1 до 10Гбит/с.
- ▶ Позволяет передавать информацию на большие расстояния.
- ▶ Пожаро- и взрывобезопасность при изменении физических и химических параметров.
- ▶ Малые габариты и масса.
- ▶ Высокая надёжность оптической среды: оптические волокна не окисляются, не намокают, не подвержены слабому электромагнитному воздействию.

Недостатки оптоволоконного кабеля

- ▶ Относительная хрупкость оптического волокна. При сильном изгибании кабеля возможна поломка волокон или их замутнение из-за возникновения микротрещин.
- ▶ Сложность соединения в случае разрыва.
- ▶ Сложная технология изготовления как самого волокна, так и компонентов волоконно-оптический линий связи (ВОЛС).
- ▶ Сложность преобразования сигнала (в интерфейсном оборудовании).
- ▶ Относительная дороговизна оптического оконечного оборудования.
- ▶ Замутнение волокна с течением времени вследствие старения.

Конструкция оптоволоконного кабеля



Классификация оптоволоконного кабеля

Классификационные признаки оптоволоконного кабеля

Режим распространения световых лучей в сердцевине

Источник световых лучей

Количество волокон кабеля

Место прокладки кабеля

Тип кабеля по американской классификации NEC (National Electric Code)

и т.д.

Классификация оптоволоконного кабеля по режиму распространения световых лучей в сердцевине

Режим распространения световых лучей в сердцевине

Одномодовый оптоволоконный кабель
(SMF - Single Mode Fiber)

Многомодовый оптоволоконный кабель
(MMF - Multi Mode Fiber)

- ▶ Отражающая оболочка имеет сечение, равное 125 мкм. Сама оболочка имеет защитный покров, так называемое, первичное покрытие диаметром 250 мкм.
- ▶ Тип волокна – многомодовое или одномодовое – определяется размером сердечника (ядра) волокна.
- ▶ Если сердечник волокна имеет диаметр 50 мкм (европейский стандарт) или 62,5 мкм (американский стандарт), то говорят, что данное оптическое волокно является многомодовым (MM, multi mode).
- ▶ Если ядро волокна – сечением 9 мкм, говорят, что оптическое волокно является одномодовым (SM, single mode).
- ▶ Стандартная аббревиатура, обозначающая типоразмер оптического

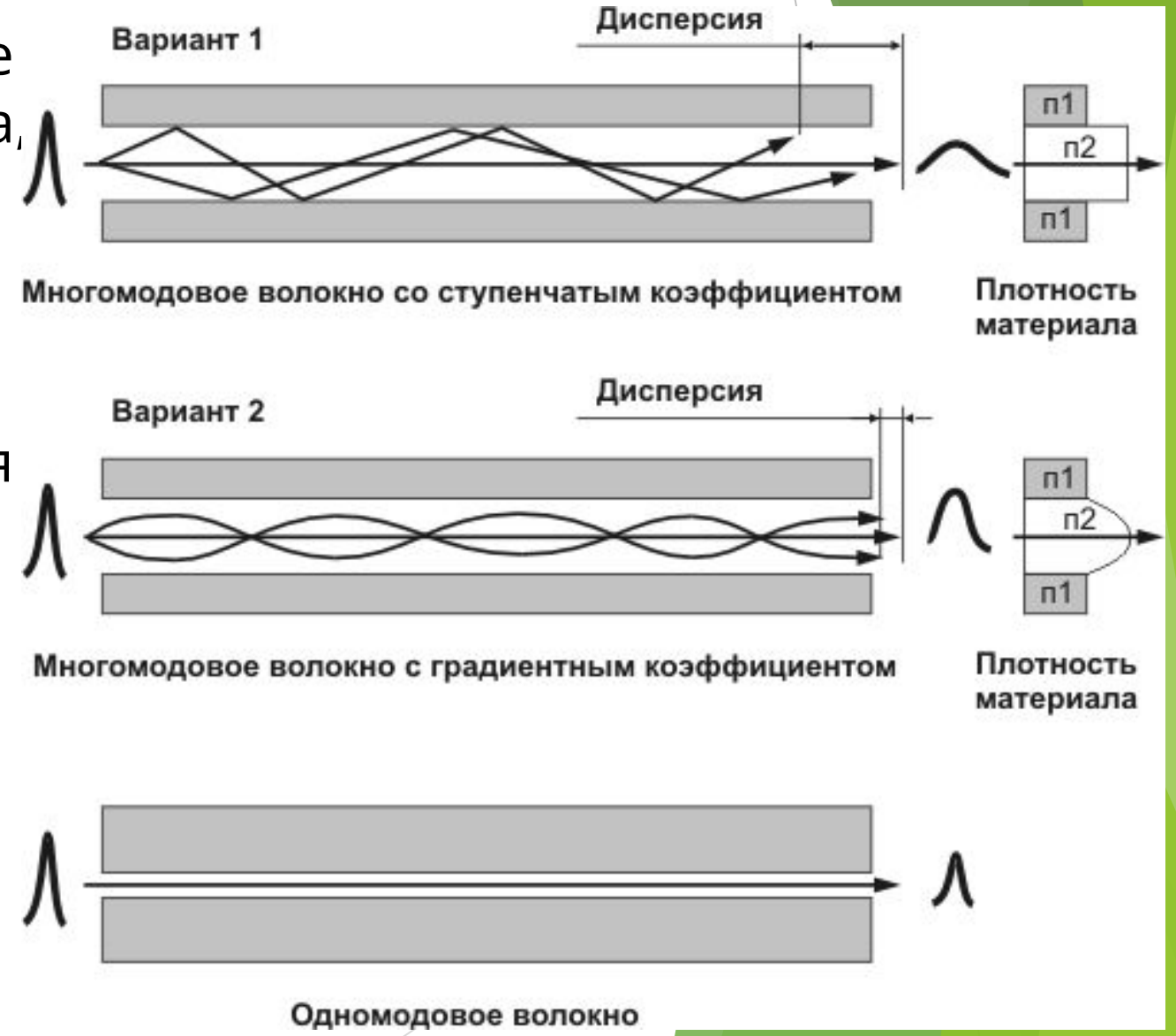
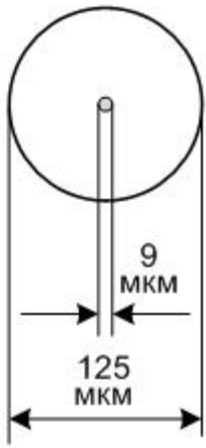
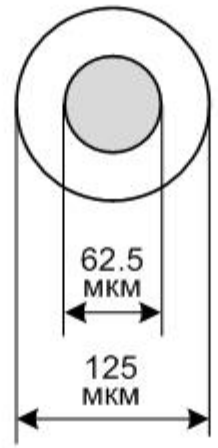
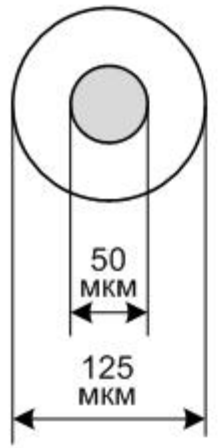
Оптическое многомодовое и одномодовое волокно

Световой сигнал распространяется по сердцевине оптического волокна, а оболочка, у которой плотность стекла меньше, чем у сердцевины, служит в качестве отражающего слоя, с помощью которого оптический сигнал удерживается

Многомодовое 50/125 мкм

Многомодовое 62.5/125 мкм

Одномодовое 9/125 мкм



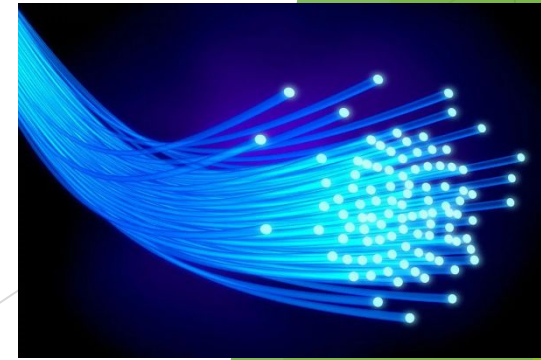
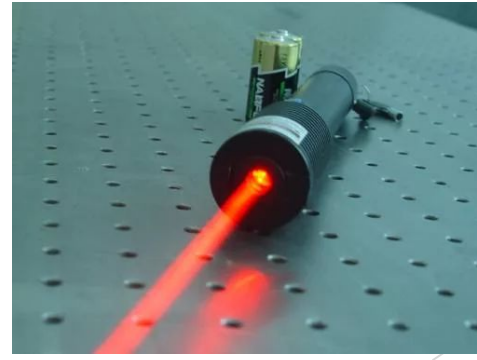
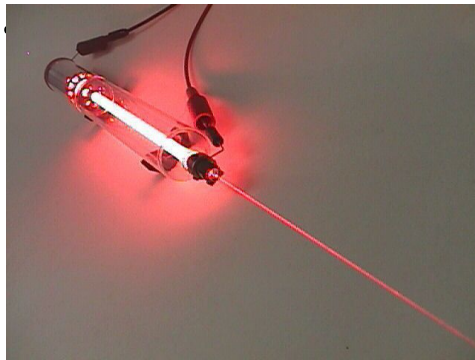
Классификация оптоволоконного кабеля по источнику световых лучей

Источник световых лучей

Светодиодный (LED - Light Emitted Diode) источник светового излучения

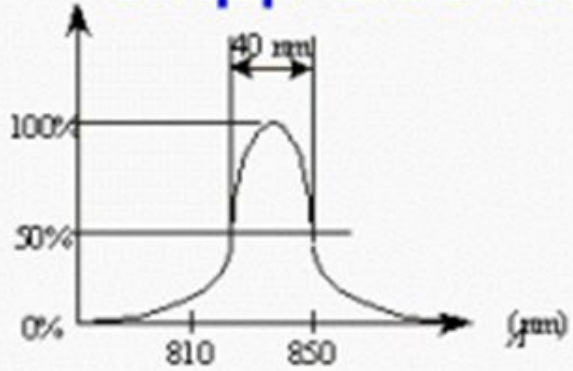
Лазерный (laser) источник светового излучения

- ▶ Ввод света для одномодового режима должен осуществляться узким лучом точно вдоль оси волокна, здесь в качестве источника можно использовать только лазер.
- ▶ Для многомодовой передачи может использоваться и более дешевый светодиодный (LED) излучатель, имеющий более широкую диаграмму направленности.

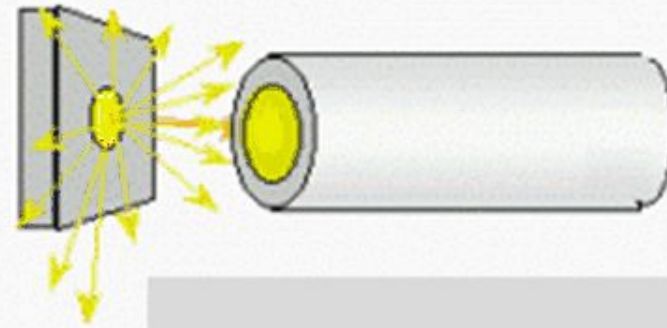


Светодиодный и лазерный источник светового излучения

◆ СИД: Светоизлучающий диод

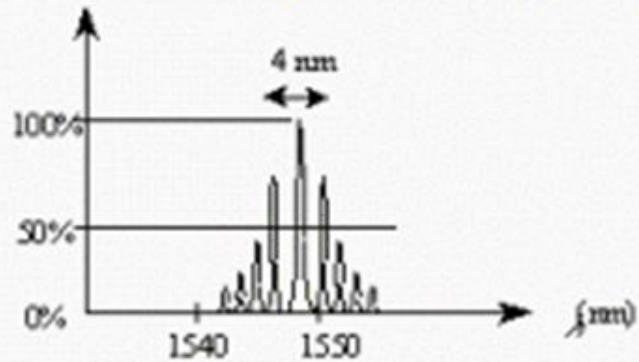


Спектральная характеристика излучения



Дисперсия
оптического излучения

◆ Лазерный диод



Спектральная характеристика излучения



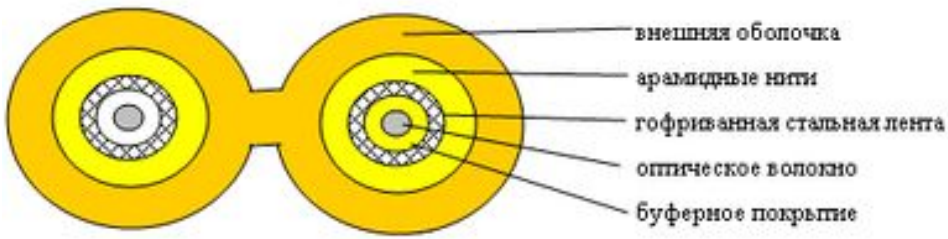
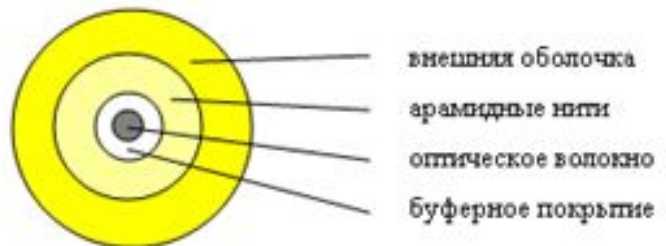
Классификация оптоволоконного кабеля по количеству волокон кабеля

Количество волокон кабеля

Одножильный (симплексный) оптоволоконный кабель

Двухжильный (дуплексный) оптоволоконный кабель

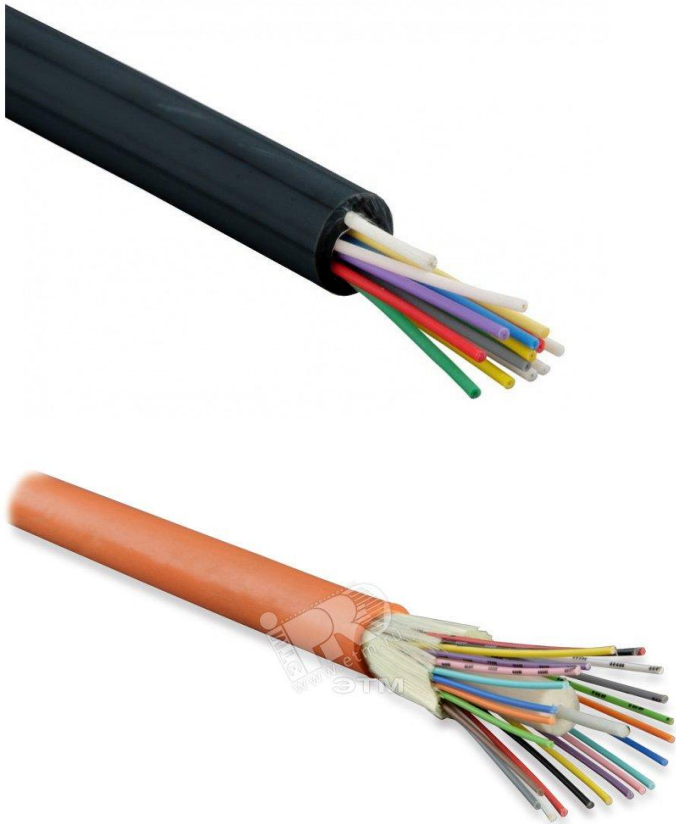
Многожильный оптоволоконный кабель (например, 4,8,16,100 жил)



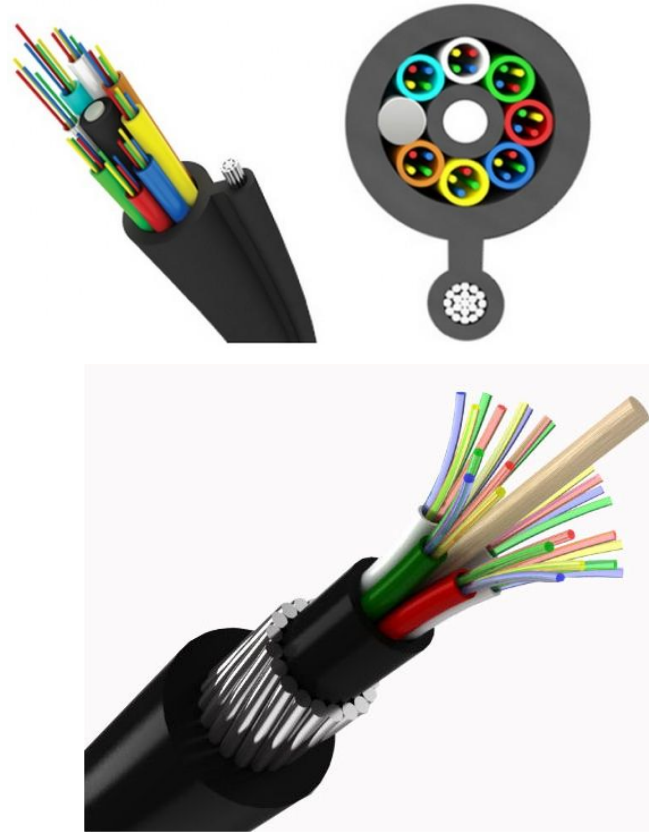
Классификация оптоволоконного кабеля по месту прокладки кабеля

Место прокладки кабеля

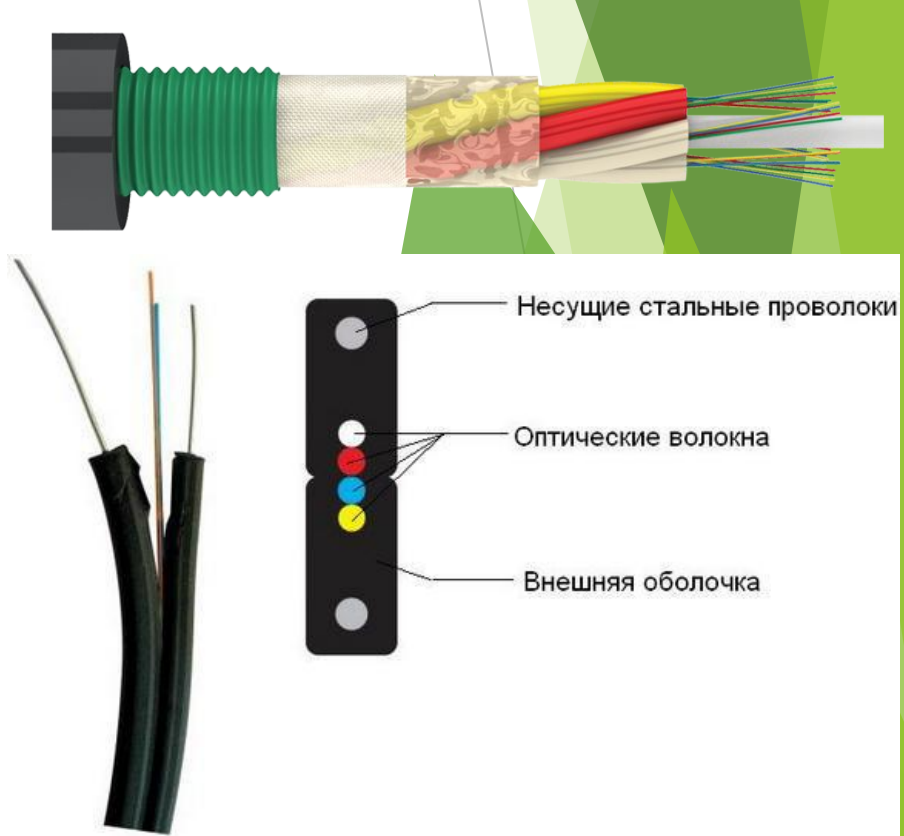
Оптоволоконный кабель для внутренней (indoor) прокладки



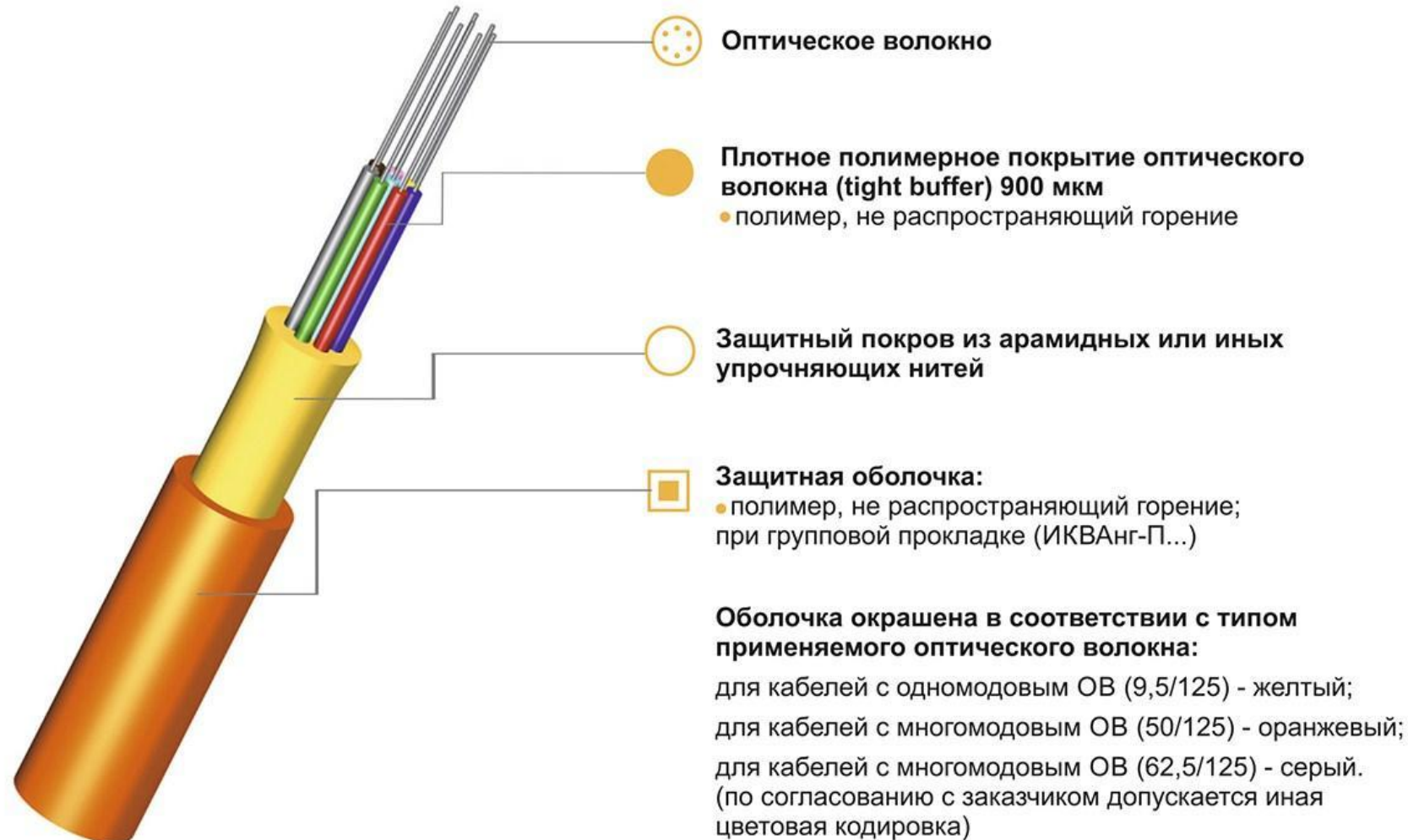
Оптоволоконный кабель для внешней (outdoor) прокладки



Оптоволоконный кабель универсальной (indoor/outdoor) прокладки



Оптоволоконный кабель для внутренней (indoor) прокладки



Оптоволоконный кабель внешней (outdoor) прокладки



Оптоволоконный кабель внешней (outdoor) прокладки



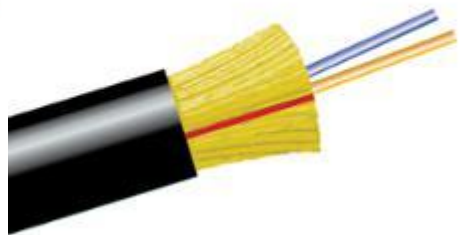
Классификация оптоволоконного кабеля по типу кабеля по американской классификации NEC (National Electric Code)

Тип кабеля по американской классификации NEC (National Electric Code)

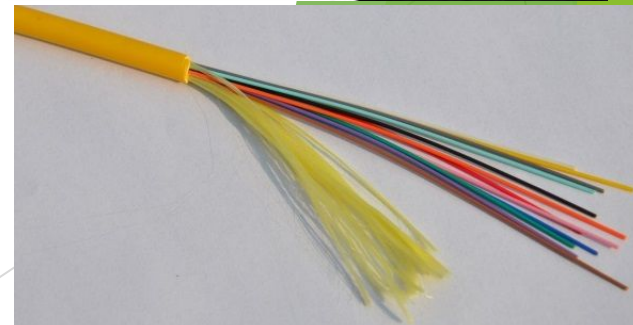
Кабель, не выделяющий токсичных газов при горении (OFNP/OFCP - Optical Fiber Nonconductive / Conductive Plenum)

Кабель с низкой степенью воспламеняемости (OFNR/OFCR - Optical Fiber Nonconductive / Conductive Riser)

Кабели общего применения (OFN/OFC - Optical Fiber Nonconductive / Conductive)



SUPERIOR ESSEX Series W3
Tight Buffer OFNR Indoor/Outdoor Riser
Water-Blocked Sunlight-Resistant

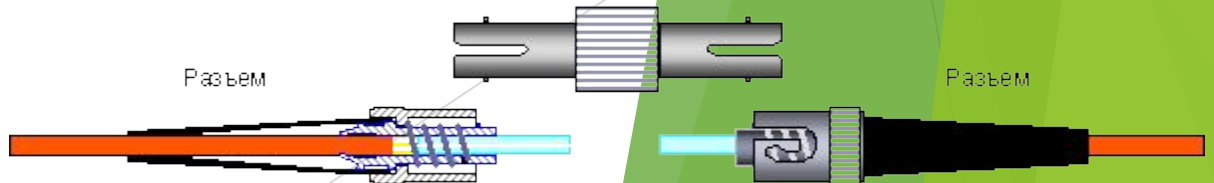
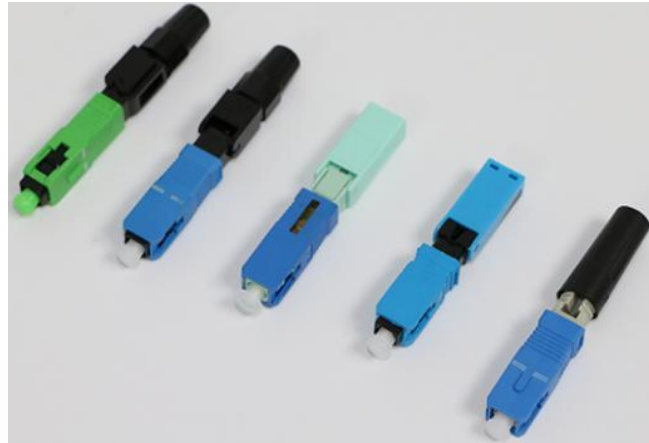
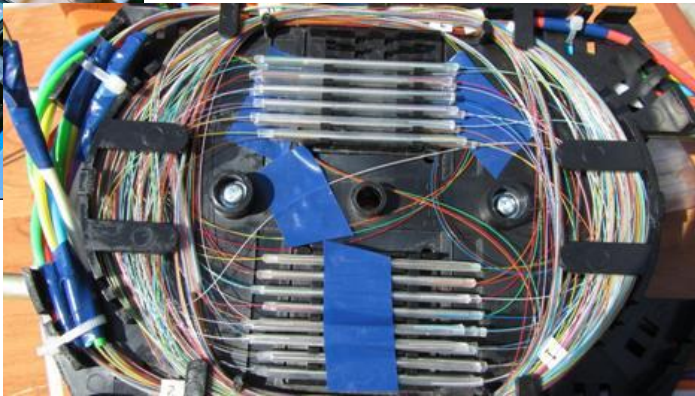


Кабельные интерфейсы оптоволоконна

Способы подключения оптоволоконного кабеля

Неразъемное соединение
(сварка оптоволоконна)

Разъемное соединение
(сплайс-соединители,
коннекторы)



Разъемное соединение оптоволоконна (сплайс-соединители, коннекторы)

Оптический сплайс (Fiber Optic Mechanical Splice) — механическое устройство (соединитель) для соединения оптических волокон между собой или для соединения оптического волокна с приёмо-передающей аппаратурой.

Существуют два вида сплайсов для механического соединения оптического волокна — одноразовые и многоразового использования.

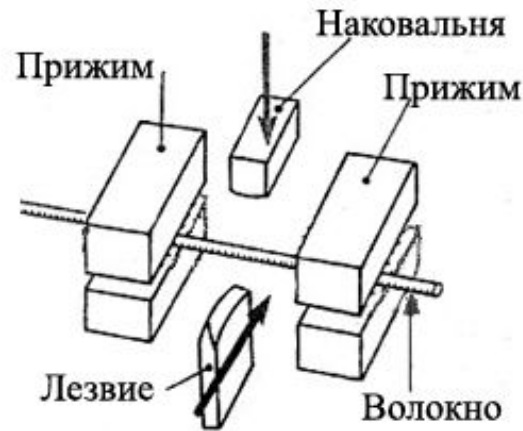
В настоящее время используются сплайсы производимые несколькими известными компаниями например, Corelink Splice (AMP), ULTRASplice (ACA), Fibrlok (3M). Так-же существует большое количество специальных соединителей например для быстрого подключения к волокну измерительного оборудования.

Оптический коннектор (оптический разъём) — механическое устройство для соединения оптических волокон между собой или для соединения оптического волокна с приёмо-передающей аппаратурой. Оптическое разъёмное соединение состоит из двух оптических коннекторов, совмещаемых вместе внутри втулки по принципу соединения торцов встык.

Существует много типов оптических коннекторов. В настоящее время используются стандартные соединители типов: ST, SC, FC, LC, E2000, LSA-DIN, SMA, D4, EC, BICONIC, ESCON, FDDI, MT, MT-RJ, MPO. Также существует большое количество специальных соединителей.

Основные инструменты и принадлежности для выполнения сварки оптоволоконна

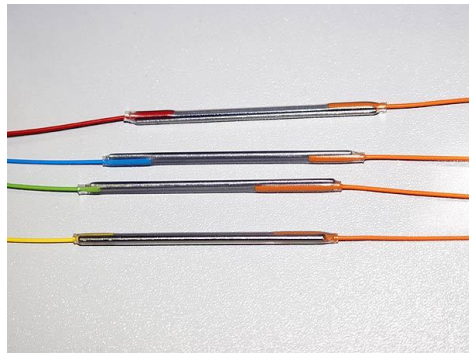
- ▶ Стриппер (stripper) - инструмент для снятия покрытия, буфера и защитного лакового слоя с оптоволоконна.
- ▶ Скалыватель волокна.



- ▶ Чистящие средства: изопропиловый спирт для промывки, безворсовые и спиртовые салфетки, баллончик со сжатым воздухом

Основные инструменты и принадлежности для выполнения сварки оптоволокна

- ▶ Сварочный аппарат.
- ▶ Термоусадочные гильзы - принадлежности для защиты места сварки.



www.opt-union.ru

- ▶ Оптический тестер - инструмент проверки кабельной проводки.

