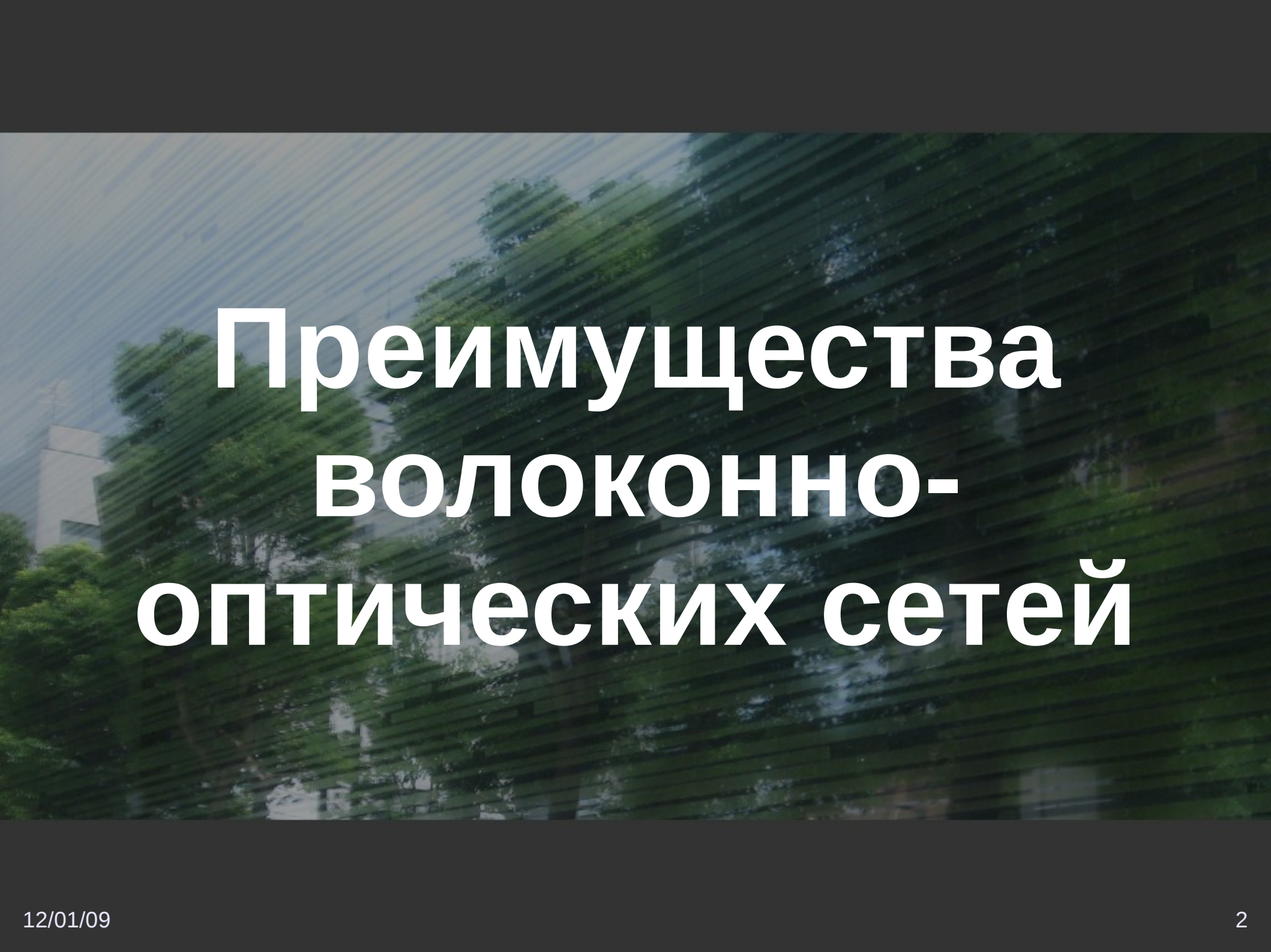


Волоконно-оптические кабели

Конструкции и характеристики оптических кабелей

Фёдоров Александр
гр. 21611



Преимущества ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Оптоволоконные сети безусловно являются одним из самых перспективных направлений в области связи. Пропускные способности оптических каналов на порядки выше, чем у информационных линий на основе медного кабеля. Кроме того оптоволокно невосприимчиво к электромагнитным полям, что снимает некоторые типичные проблемы медных систем связи.

Оптические сети способны передавать сигнал на большие расстояния с меньшими потерями. Несмотря на то, что эта технология все еще остается дорогостоящей, цены на оптические компоненты постоянно падают, в то время как возможности медных линий приближаются к своим предельным значениям и требуются все больших затрат на дальнейшее развитие этого направления.

Широкая полоса пропускания - обусловлена чрезвычайно высокой несущей частотой. Это дает потенциальную возможность передачи по одному оптическому волокну потока информации в несколько терабит в секунду. Большая полоса пропускания - это одно из наиболее важных преимуществ оптического волокна над медной или любой другой средой передачи информации.

Преимущества волоконно-оптических сетей

Малое затухание светового сигнала в волокне.

Выпускаемое в настоящее время отечественными и зарубежными производителями промышленное оптическое волокно имеет затухание 0,2-0,3 дБ на длине волны 1,55 мкм в расчете на один километр. Малое затухание и небольшая дисперсия позволяют строить участки линий без ретрансляции протяженностью до 100 км и более.

Низкий уровень шумов в волоконно-оптическом кабеле позволяет увеличить полосу пропускания, путем передачи различной модуляции сигналов с малой избыточностью кода.

Преимущества волоконно-оптических сетей

Высокая помехозащищенность. Поскольку волокно изготовлено из диэлектрического материала, оно невосприимчиво к электромагнитным помехам со стороны окружающих медных кабельных систем и электрического оборудования, способного индуцировать электромагнитное излучение (линии электропередачи, электродвигательные установки и т.д.). В многоволоконных кабелях также не возникает проблемы перекрестного влияния электромагнитного излучения, присущей многопарным медным кабелям.

Малый вес и объем. Волоконно-оптические кабели (ВОК) имеют меньший вес и объем по сравнению с медными кабелями в расчете на одну и ту же пропускную способность. Например, 900-парный телефонный кабель диаметром 7,5 см, может быть заменен одним волокном с диаметром 0,1 см. Если волокно "одеть" в множество защитных оболочек и покрыть стальной ленточной броней, диаметр такого ВОК будет 1,5 см, что в несколько раз меньше рассматриваемого телефонного кабеля.

Преимущества волоконно-оптических сетей

Экономичность ВОК. Волокно изготовлено из кварца, основу которого составляет двуокись кремния, широко распространенного, а потому недорогого материала, в отличие от меди. В настоящее время стоимость волокна по отношению к медной паре соотносится как 2:5. При этом ВОК позволяет передавать сигналы на значительно большие расстояния без ретрансляции. Количество повторителей на протяженных линиях сокращается при использовании ВОК. При использовании солитонных систем передачи достигнуты дальности в 4000 км без регенерации (то есть только с использованием оптических усилителей на промежуточных узлах) при скорости передачи выше 10 Гбит/с.

Длительный срок эксплуатации. Со временем волокно испытывает деградацию. Это означает, что затухание в проложенном кабеле постепенно возрастает. Однако, благодаря совершенству современных технологий производства оптических волокон, этот процесс значительно замедлен, и срок службы ВОК составляет примерно 25 лет. За это время может смениться несколько поколений/стандартов приемо-передающих систем.



Классификация оптических кабелей

Подразделяют ОК по таким признакам, как: назначение и условия применения; способ прокладки; конструктивные и технологические особенности; число опто-волокон (ОВ) и электрических жил.

Классификация оптических кабелей

По ГОСТ 26793-85	В соответствии с публикуемой МЭК 794-1 (50)
Магистральный	Для прокладки в земле
Зоновый	-
Городской	Для прокладки в коллекторах или трубах
Полевой	Полевой
Подводный грузонесущий	-
Подводный негрузонесущий	Подводный
-	Подводный для относительно коротких водных преград
Для стационарных объектов и сооружений	Внутриобъектовый
Для подвижных объектов	-
-	Для воздушной прокладки
Специальный для дистанционного управления	Специальный
Монтажный	Монтажный
Шнур	-

Классификация оптических кабелей

Согласно классификации МСЭ-Т оптические кабели можно разделить также на кабели для внешней и внутренней прокладки

Внешние кабели междугородные, межстанционные соединительные и распределительные					Внутренние кабели у абонента и на станции
Воздушный	Проложенный в грунте	Проложенный в канализации	Проложенный в туннеле	Подводный	Внутри здания

Классификация оптических кабелей

В общем случае деление по группам, установленное ГОСТ и публикацией МЭК, достаточно условно, так как требования, предъявляемые к каждой группе кабелей в нашей стране и за рубежом, отличаются в значительной степени как по уровню параметров, так и по их комбинации. Сравнение групп позволяет выделить типовые конструкции, характерные для каждой группы, и провести их анализ.

Выбор той или иной конкретной конструкции в пределах одной группы или вида зависит от многих переменных и определяется параметрами системы передачи, внешними воздействиями и стоимостью.

Классификация оптических кабелей

В зависимости от основной области применения волоконно-оптические кабели подразделяются на три основных вида:

кабели внешней прокладки (outdoor cables);

кабели внутренней прокладки (indoor cables);

кабели для шнуров.



Классификация оптических кабелей

Классификация ОК для внешней прокладки, т. е. линейных кабелей:

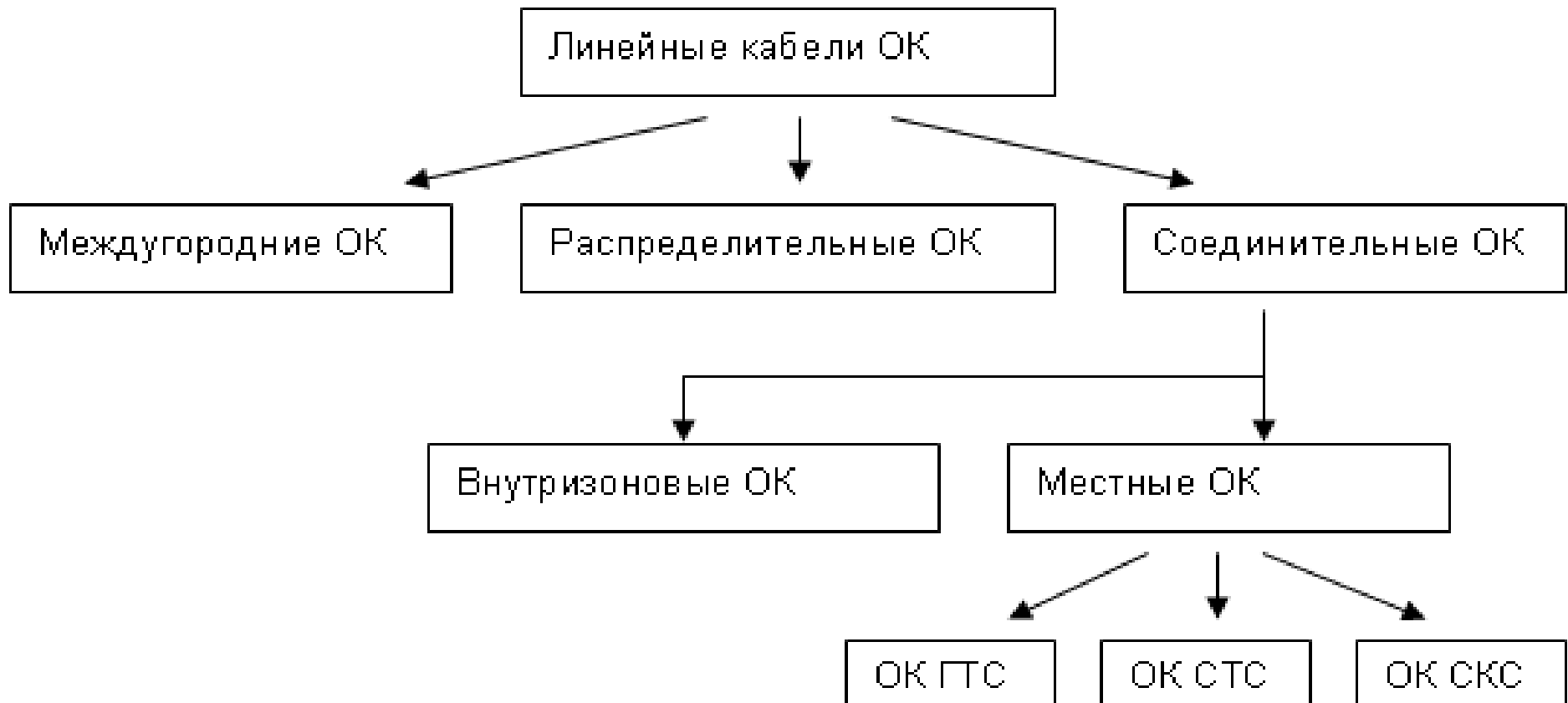


Рис. 1 Классификация ОК для прокладки

Классификация оптических кабелей

Классификация ОК для внутренней прокладки, т. е. внутриобъектовых кабелей:

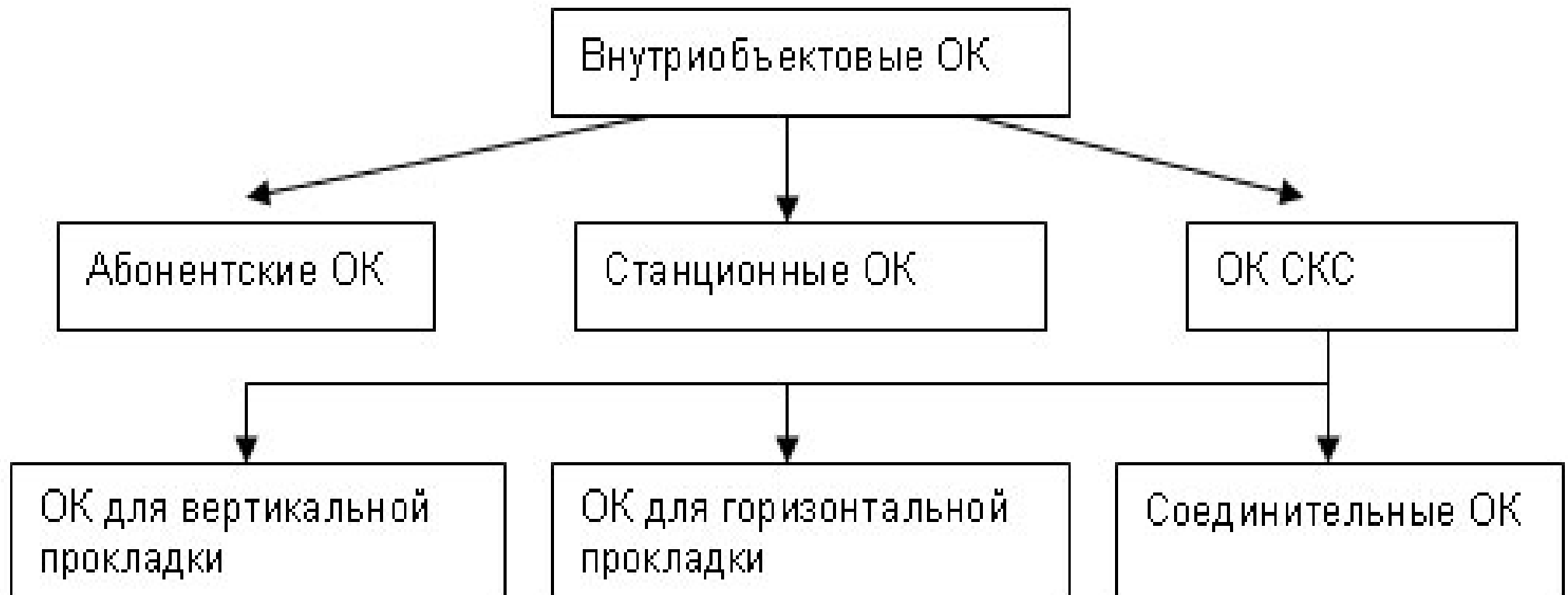
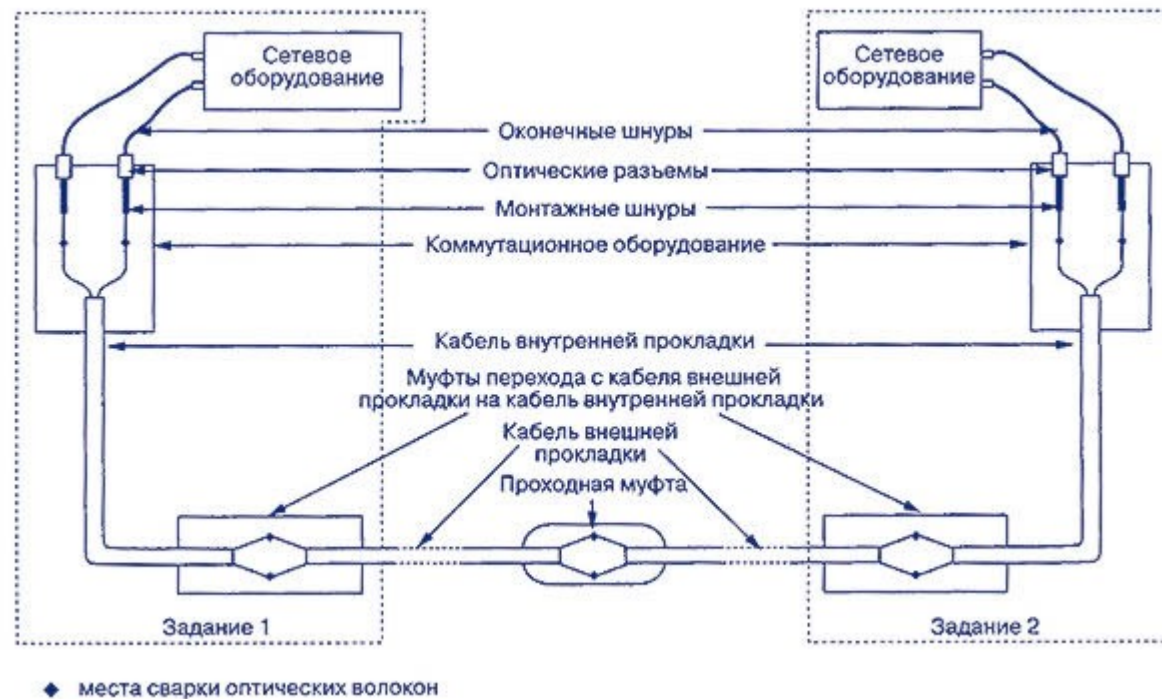
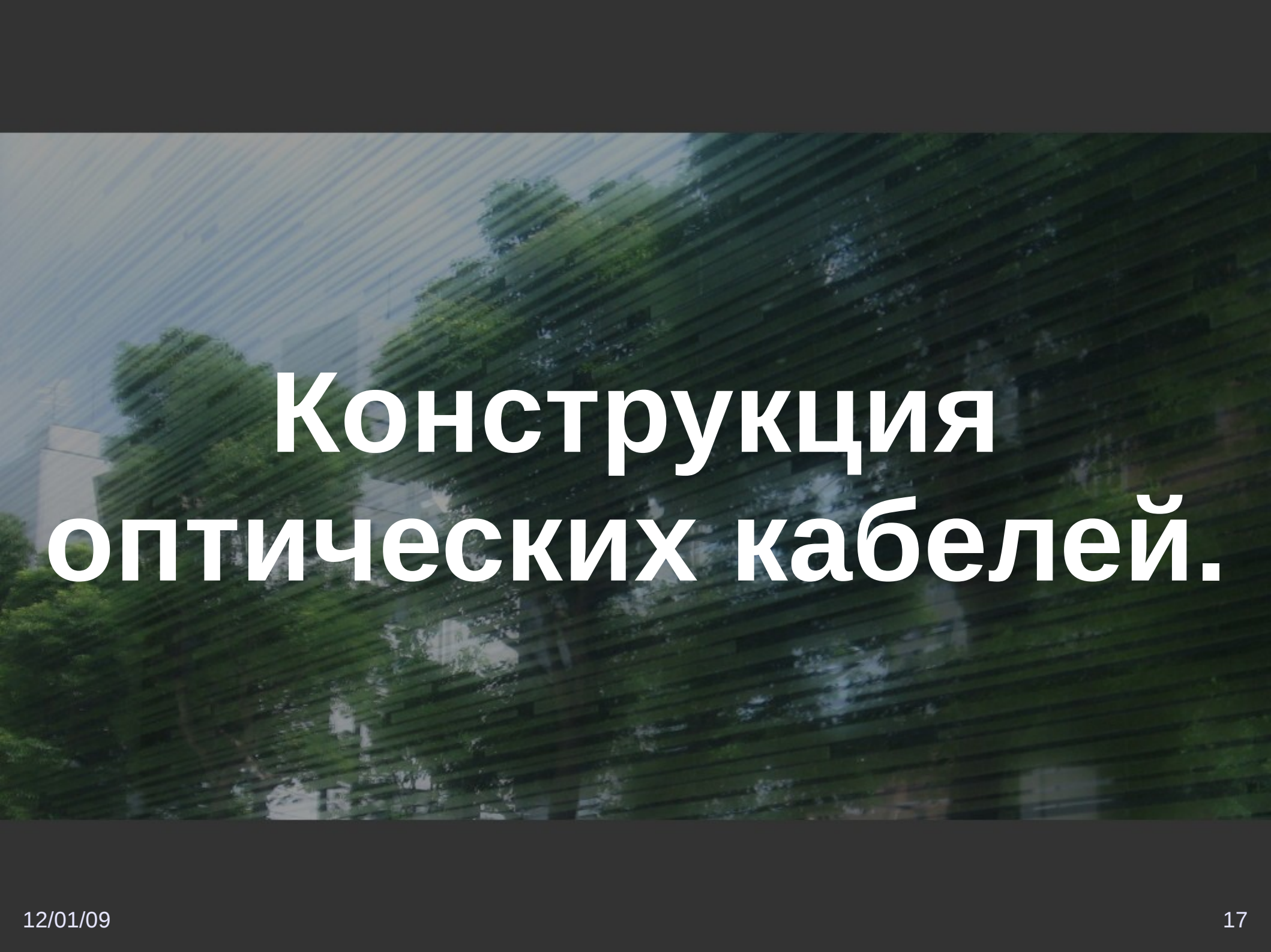


Рис. 2. Классификация ОК для внутренней прокладки

Классификация оптических кабелей

Структурная схема ВОЛС, применяемой для создания подсистемы внешних магистралей, изображена на рисунке.





Конструкция оптических кабелей.

Конструкция оптических кабелей

Конструкции ОК в основном определяются назначением и областью их применения. В связи с этим имеется много конструктивных вариантов. В настоящее время в различных странах разрабатывается и изготавливается большое число типов кабелей.

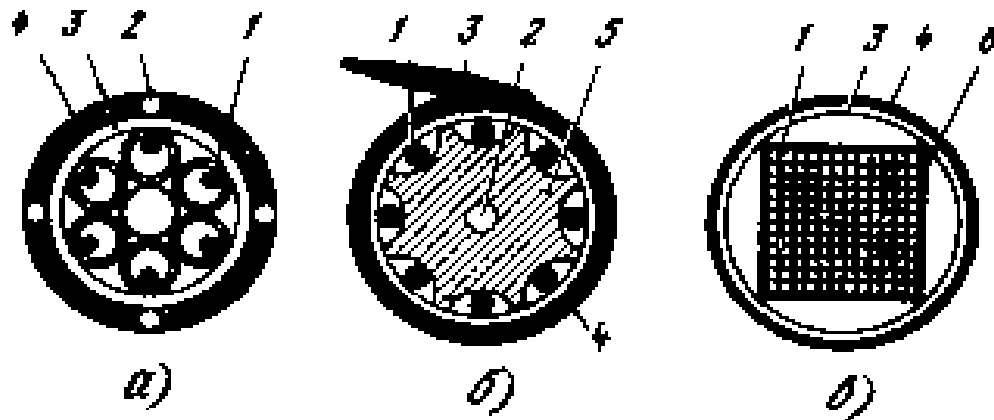


Рис. 5. Типовые конструкции оптических кабелей:

а≈повивная концентрическая скрутка; б≈скрутка вокруг профилированного сердечника; в≈плоская конструкция; 1≈ волокно; 2≈ силовой элемент; 3≈ демпфирующая оболочка; 4≈защитная оболочка; 5≈профилированный сердечник; 6≈ ленты с волокнами.

Конструкция оптических кабелей

Однако все многообразие существующих типов кабелей можно подразделять на три группы :

- кабели повивной концентрической скрутки
- кабели с фигурным сердечником
- плоские кабели ленточного типа.

Кабели первой группы имеют традиционную повивную концентрическую скрутку сердечника по аналогии с электрическими кабелями. Каждый последующий повив сердечника по сравнению с предыдущим имеет на шесть волокон больше. Известны такие кабели преимущественно с числом волокон 7, 12, 19. Чаще всего волокна располагаются в отдельных пластмассовых трубках, образуя модули.

Кабели второй группы имеют в центре фигурный пластмассовый сердечник с пазами, в которых размещаются ОВ. Пазы и соответственно волокна располагаются по геликоиде, и поэтому они не испытывают продольного воздействия на разрыв. Такие кабели могут содержать 4, 6, 8 и 10 волокон. Если необходимо иметь кабель большой емкости, то применяется несколько первичных модулей.

Кабель ленточного типа состоит из стопки плоских пластмассовых лент, в которые вмонтировано определенное число ОВ. Чаще всего в ленте располагается 12 волокон, а число лент составляет 6, 8 и 12. При 12 лентах такой кабель может содержать 144 волокна.

Конструкция оптических кабелей

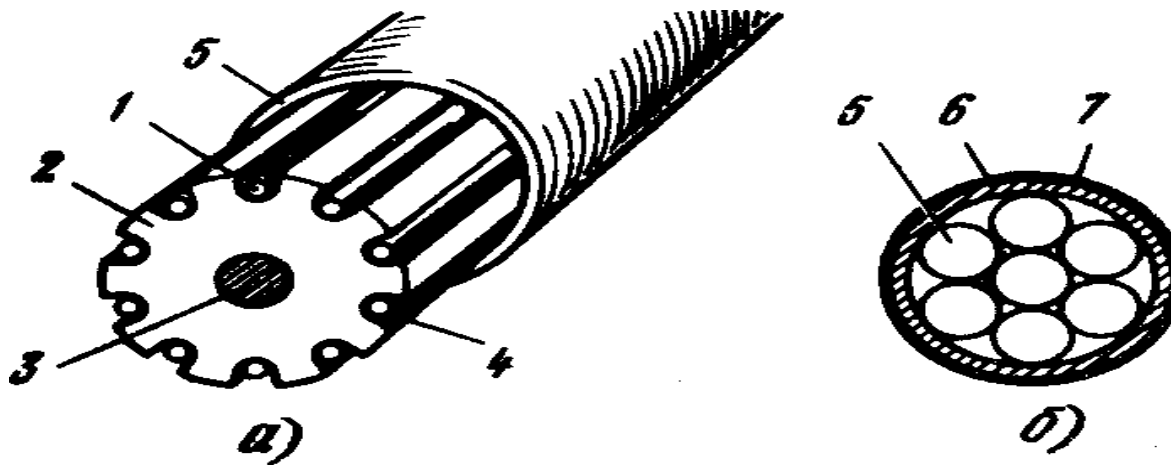
В оптических кабелях кроме ОВ, как правило, имеются следующие элементы:

- силовые (упрочняющие) стержни, воспринимающие на себя продольную нагрузку, на разрыв;
- заполнители в виде сплошных пластмассовых нитей;
- армирующие элементы, повышающие стойкость кабеля при механических воздействиях;
- наружные защитные оболочки, предохраняющие кабель от проникновения влаги, паров вредных веществ и внешних механических воздействий.

В России изготавливаются различные типы и конструкций ОК. Для организации многоканальной связи применяются в основном четырех- и восьмиволоконные кабели.

Конструкция оптических кабелей

Представляют интерес ОК **французского производства**. Они, как правило, комплектуются из унифицированных модулей, состоящих из пластмассового стержня диаметром 4 мм с ребрами по периметру и десяти ОВ, расположенных по периферии этого стержня. Кабели содержат 1, 4, 7 таких модулей. Снаружи кабели имеют алюминиевую и затем полиэтиленовую оболочку.



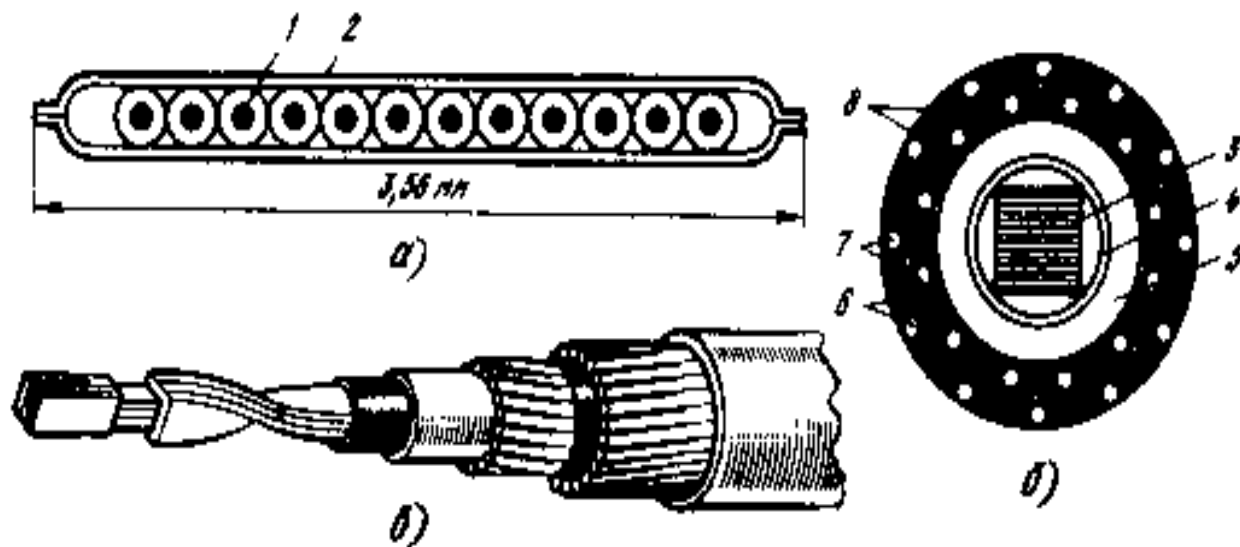
Конструкции оптических кабелей французского производства:

а ≈ 10-волоконный модуль; б ≈ 70-волоконный кабель; 1 ≈ оптические волокна; 2 ≈ фигурный сердечник;

3 ≈ силовой элемент; 4 ≈ пластмассовая лента; 5 ≈ модуль на десять волокон; 6 ≈ алюминиевая оболочка; 7 ≈ полиэтиленовая оболочка

Конструкция оптических кабелей

Американский кабель, широко используемый на ГТС, представляет собой стопку плоских пластмассовых лент, содержащих по 12 ОВ. Кабель может иметь от 4 до 12 лент, содержащих 48~ 144 волокна.

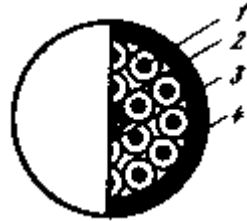


Американский кабель плоской конструкции:

а≈лента с 12 волокнами; б≈сечение кабеля; в≈общий вид кабеля; 1≈оптическое волокно; 2≈полиэтиленовая лента; 3≈стопка лент из 144 волокон; 4≈ защитное покрытие; 5 ≈ внутренняя полиэтиленовая оболочка; 6 ≈ пластмассовые ленты; 7 ≈ силовые элементы; в ≈ полиэтиленовые оболочки

Конструкция оптических кабелей

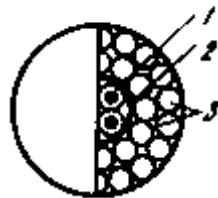
На показан **японский** ОК с алюминиевой оболочкой и наружным полиэтиленовым шлангом.



Японский оптический кабель:

1 ≈ оптические волокна; 2 ≈ медный силовой элемент; 3 ≈ демпфирующее покрытие;
4 ≈ наружная оболочка

В Англии построена линия электропередачи с фазными проводами, содержащими ОВ для, технологической связи вдоль ЛЭП. Как видно из, в центре провода ЛЭП располагаются четыре ОВ.

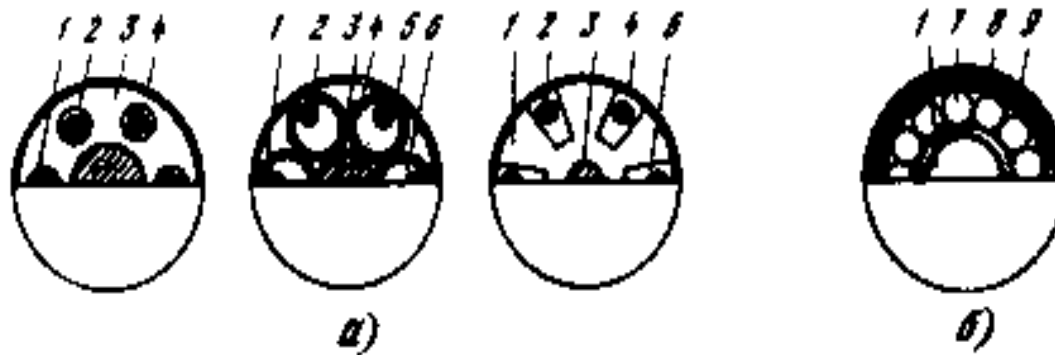


Оптический кабель, встроенный в фазный провод ЛЭП:

1 ≈ оптические волокна; 2 ≈ защитное покрытие; 3 ≈ проводники ЛЭП

Конструкция оптических кабелей

Для **подводной связи** проектируются ОК, как правило, с наружным броневым покровом из стальных проволок. В центре располагается модуль с шестью ОВ. Кабель имеет медную или алюминиевую трубку. По цепи трубка≈вода подается ток дистанционного питания на подводные необслуживаемые усилительные пункты.

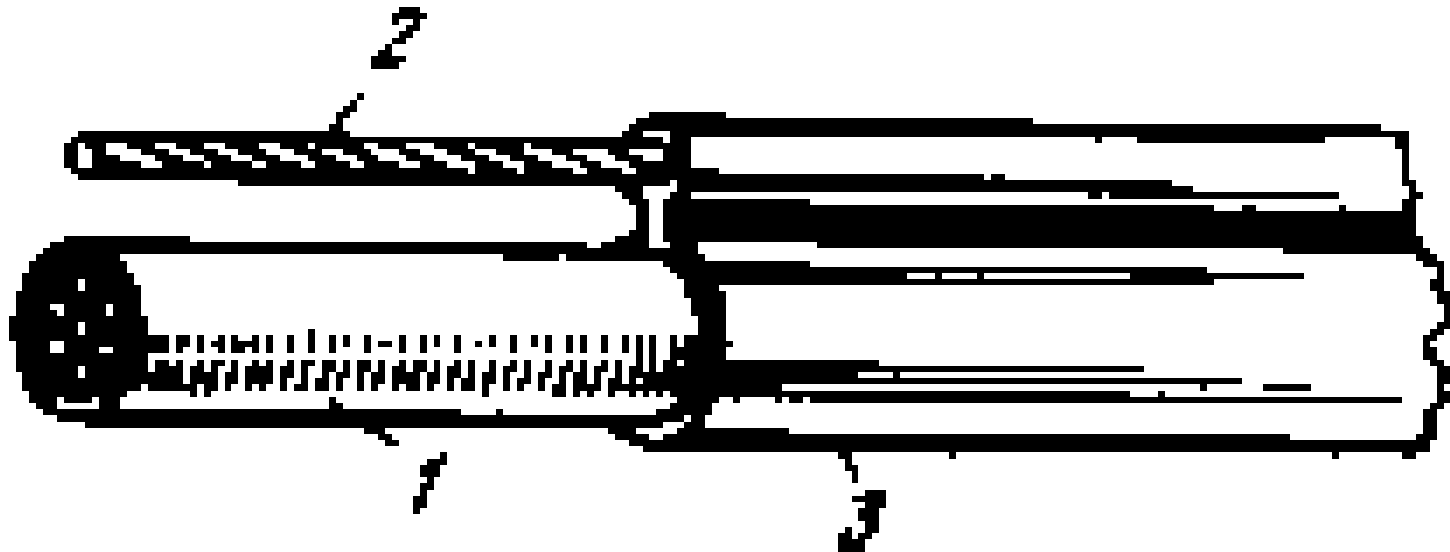


Подводный оптический кабель:

а ≈ шестиволоконный модуль (3 варианта); б≈подводный кабель; 1≈оптический модуль;
2≈шесть оптических волокон; 3≈силовой элемент из стальной проволоки; 4 ≈
полиэтиленовая оболочка модуля; 5 ≈пластмассовые трубки; 6≈заполнение компаундом;
7≈стальная броня; 8 ≈ медная или алюминиевая трубка; 9≈полиэтиленовый шланг

Конструкция оптических кабелей

Применяются также **подвесные** ОК. Они имеют металлический трос, встроенный в кабельную оболочку. Кабели предназначены для подвески по опорам воздушных линий и стенам зданий.



Подвесной оптический кабель с встроенным тросом:

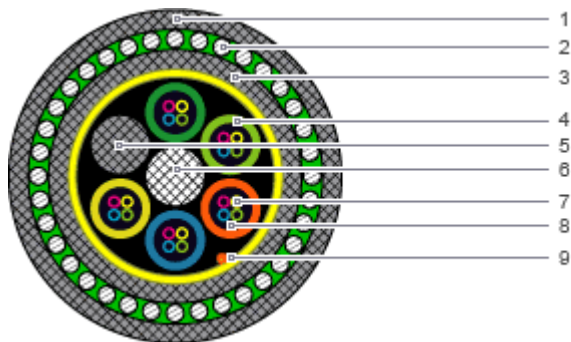
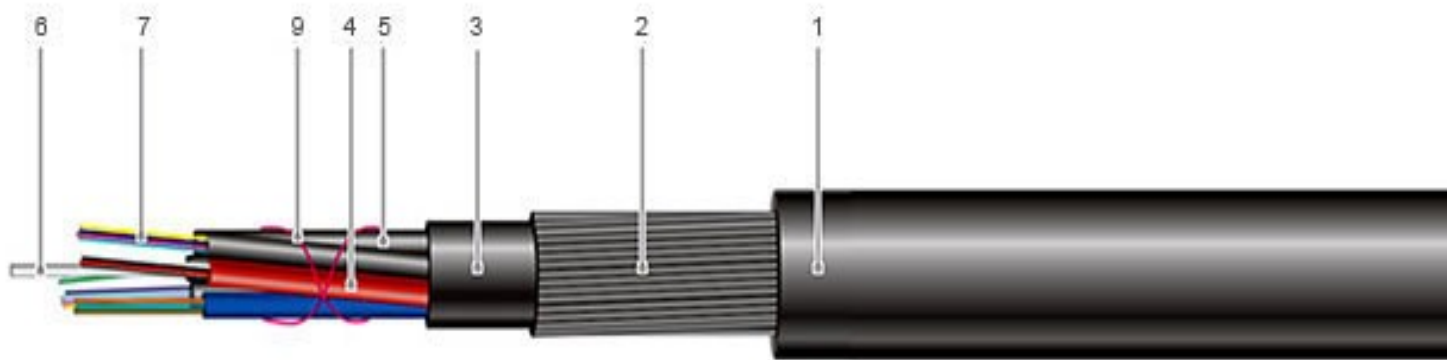
1≈оптические волокна; 2≈стальной трос; 3 ≈ полиэтиленовая оболочка

Оптические кабели Российского производства.

Кабели модульной конструкции

Конструкция оптических кабелей

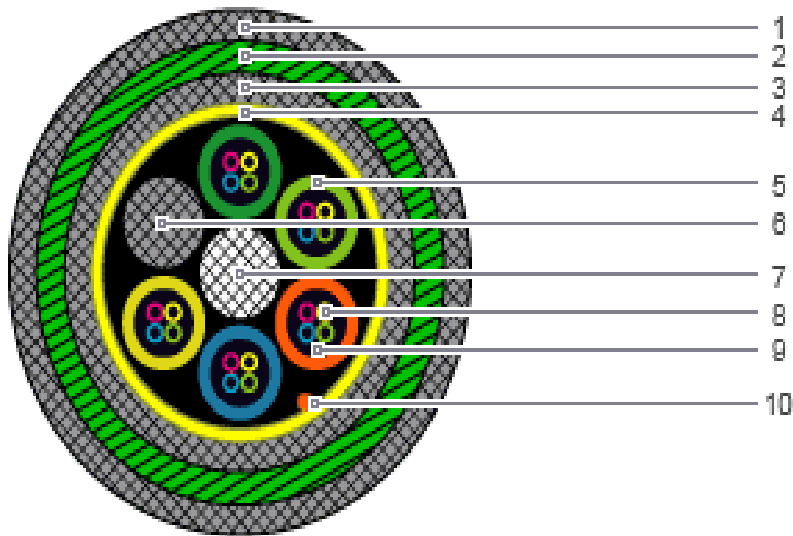
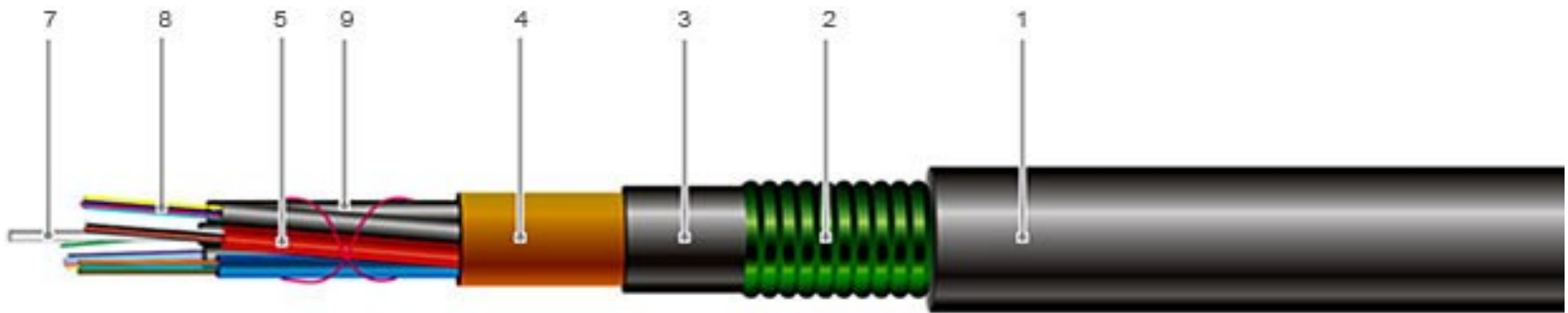
Кабели оптические, бронированные стальными проволоками



1. Наружная оболочка
2. Броня (1 или 2 повива стальных проволок)
3. Внутренняя оболочка
4. Оптический модуль
5. Кордель заполнения
6. Центральный элемент
7. Оптическое волокно
8. Заполнитель оптического модуля
9. Рипкорд

Конструкция оптических кабелей

Кабели оптические, бронированные стальной лентой

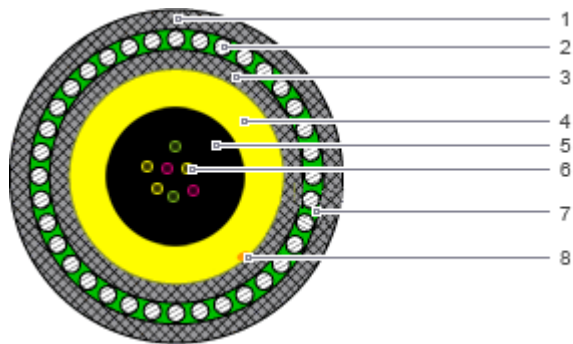
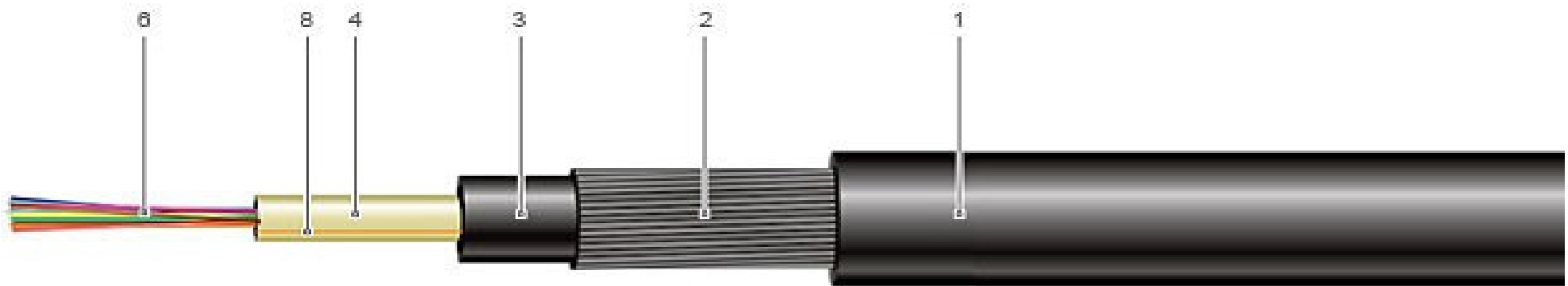


1. Наружная оболочка
2. Броня (стальная гофрированная лента)
3. Внутренняя оболочка
4. Силовые элементы
5. Оптический модуль
6. Кордель заполнения
7. Центральный элемент
8. Оптическое волокно
9. Заполнитель оптического модуля
10. Рипкорд

Кабели с центральной трубкой

Конструкция оптических кабелей

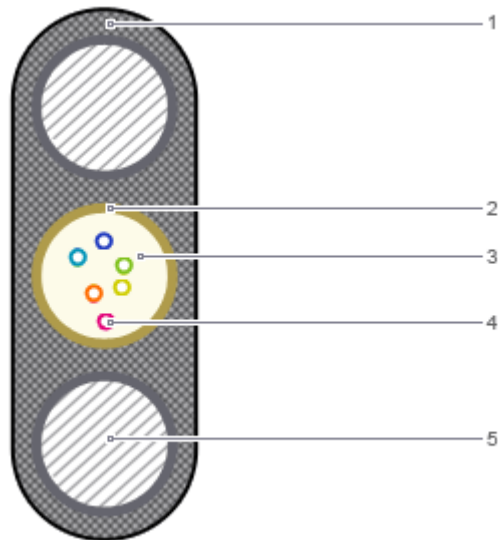
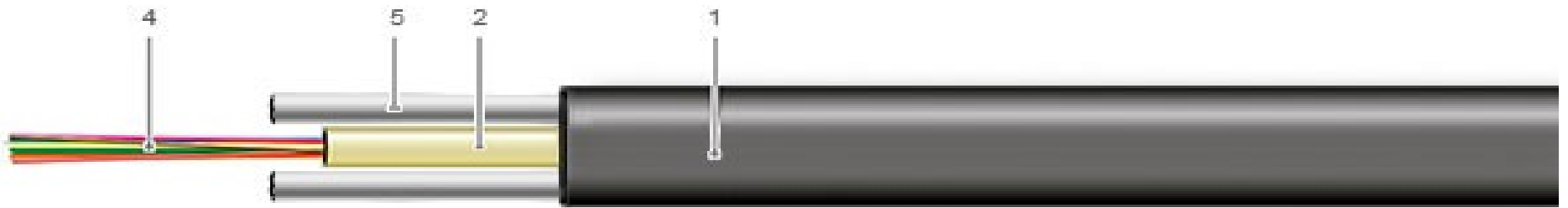
Кабели оптические, бронированные стальными проволоками



1. Наружная оболочка
2. Броня (повив стальных проволок)
3. Внутренняя оболочка
4. Трубочатый сердечник
5. Заполнитель центральной трубки
6. Оптическое волокно
7. Заполнитель брони
8. Рипкорд

Конструкция оптических кабелей

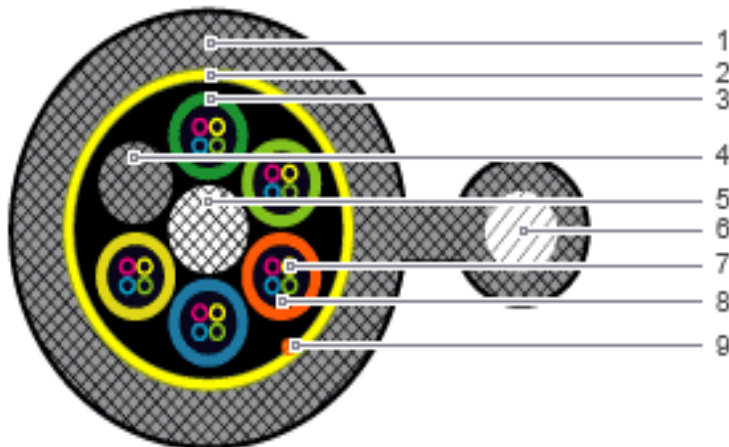
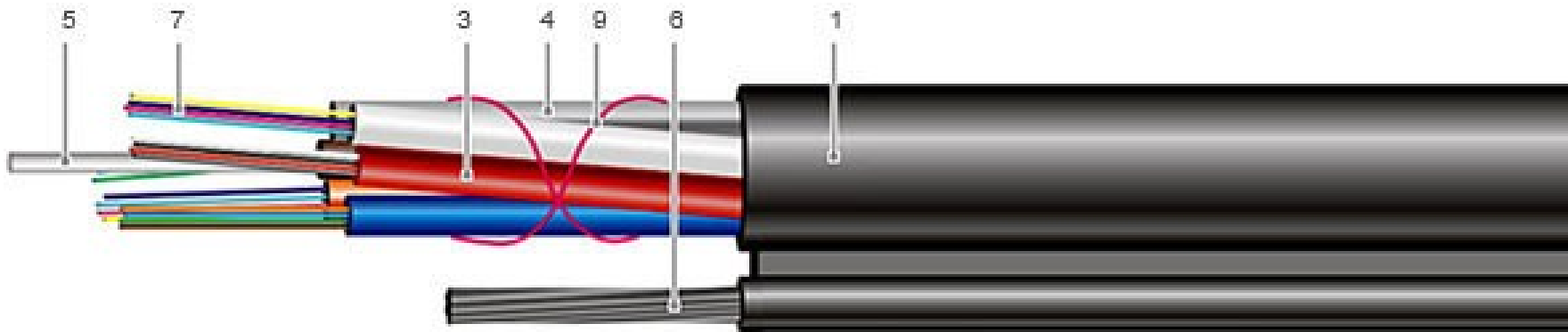
Dropcable - кабели оптические подвесные полностью диэлектрические со встроенными силовыми элементами




1. Наружная оболочка
2. Центральная трубка
3. Заполнитель центральной трубы
4. Оптическое волокно
5. Диэлектрические несущие силовые элементы

Конструкция оптических кабелей

Кабели оптические подвесные с несущим тросом типов ДТ-, ДД- (модульной конструкции)



1. Несущий элемент
2. Силовые элементы
3. Оптический модуль
4. Кордель заполнения
5. Центральный элемент
6. Несущий трос
7. Оптическое волокно
8. Заполнитель оптического модуля
9. Рипкорд



Основные характеристики оптических кабелей и внешние факторы

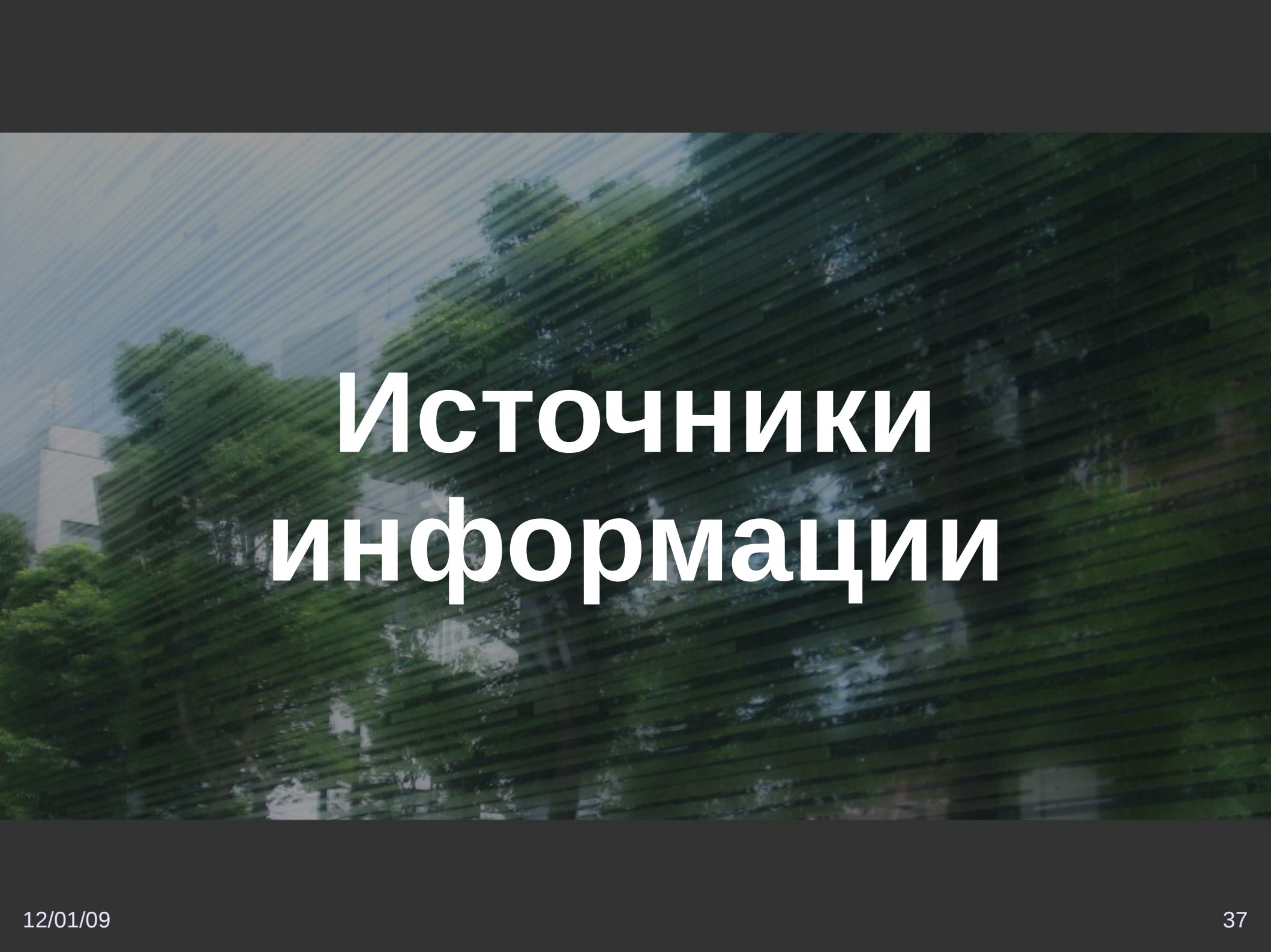
Основные характеристики оптических кабелей

Конструктивный тип кабеля	Особенности конструкции	Рекомендуемые условия прокладки
ДТ	Диэлектрический ОС, с встроенным несущим тросом	Для подвешивания на опорах линий связи, столбах городского освещения, между зданиями и сооружениями.
ДД	С встроенным диэлектрическим несущим элементом	Те же, для условий повышенных электромагнитных воздействий.
Количество оптических волокон в кабеле		01.02.44
Допустимая растягивающая нагрузка (статическая), кН		3,0-20,0
Допустимая растягивающая нагрузка (динамическая), кН		3,9-26,0
Допустимая раздавливающая нагрузка, кН/см		0,2
Максимальный габарит кабеля, мм		14,3-30,8
Максимальная масса 1 км кабеля, кг		92,4-536
Температура эксплуатации, °С:		-60...+70
Температура хранения, °С:		-60...+70
Температура монтажа, °С:		-10...+50

При выборе типа оболочек (диэлектрическая, металлическая, металло-диэлектрическая) кроме электромагнитного воздействия необходимо рассматривать и другие факторы:

- генерация атомарного водорода;
- климатические условия;
- проникновение воздуха;
- сопротивление проникновению примесей;
- механическая стабильность;
- химическое сопротивление;
- диаметр кабеля;
- масса кабеля;
- термостойкость и огнестойкость;
- сопротивление грызунам и насекомым;
- метод соединения оболочки на строительных длинах.

Для ОК с активными и пассивными металлическими элементами важным является электромагнитная совместимость в условиях воздействия сильных электромагнитных полей.



Источники информации

Используемые источники

<http://www.tls-group.ru/sks/vols/> - Группа компаний Телеком-Сервис ИТ - профессиональный разработчик сетевых и телекоммуникационных решений.

<http://www.ruscable.ru/> - RusCable.Ru — профессиональный электротехнический портал. Здесь собрана информация, технические характеристики на кабель силовой, контрольный, волоконно-оптический, телефонный, кабельный инструмент, арматуру.

<http://www.focoms.com/> - Описание различных стандартов на оптические кабели.

<http://www.asvoweb.ru/> - АСВО - отраслевая ассоциация в Министерстве связи и массовых коммуникаций.

<http://www.msclub.ce.cctpu.edu.ru/bibl/VOC/index.htm> - Линии связи на основе волоконно-оптических кабелей (Реферат).

<http://www.optictelecom.ru/> - Компания Оптик-Телеком, поставщик кабелей и оборудования.

<http://www.ofssvs1.ru/> - Связьстрой-1, производство ОК.