

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

19/3/11

Одобрено кафедрой  
«Автоматика и телемеханика на  
железнодорожном транспорте»

# ЛИНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Методические указания  
к выполнению лабораторных работ № 1 и 2  
для студентов IV курса

специальности

210700 АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (АТС)



Москва – 2004

## Лабораторная работа № 1

### Конструкция и маркировка электрических кабелей автоматики, телемеханики и связи

С о с т а в и т е л и: кандидаты техн. наук, доценты А.В. ГОРЕЛИК,  
С.П. КОРЯКОВЦЕВ,  
ст. преп. Т.А. ВАСИЛЕНКОВА

Р е ц е н з е н т — д-р техн. наук, проф. И.Е. Дмитренко

#### ЛИНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Методические указания  
к выполнению лабораторных работ № 1 и 2

Редактор *В.И. Чучева*  
Компьютерная верстка *Ю.А. Варламова*

Тип. зак.	Изд. зак. 418	Тираж 300 экз.
Подписано в печать 28.10.04	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 3, 75		Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

Издательский центр РГОТУПСа,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПСа, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© **Российский государственный открытый технический  
университет путей сообщения Министерства путей сообщения  
Российской Федерации, 2004**

*Цель работы.* Изучить конструкцию и принципы маркировки симметричных и коаксиальных кабелей автоматики, телемеханики и связи. Получить навыки определения всех конструктивных элементов кабеля и области его применения по маркировке.

### 1. Классификация электрических кабелей

Кабелем называется один или несколько скрученных вместе изолированных проводников, заключенных в общую влагозащитную оболочку и броневые покровы. В зависимости от способа прокладки кабеля подразделяются на воздушные, подземные и подводные. На железнодорожном транспорте преимущественное применение находят подземные кабели.

Электрические кабели классифицируются по следующим признакам:

- область применения;
- условия прокладки и эксплуатации;
- спектр передаваемых частот;
- конструкция;
- материал и форма изоляции;
- системы скрутки;
- род защитных покровов.

Классификация электрических кабелей приведена на рис.1.



Рис.1. Классификация электрических кабелей

По своему назначению кабели подразделяются на три группы (рис. 2):

1. Кабели связи (высокочастотные дальней связи, низкочастотные дальней связи, местных телефонных сетей).

2. Кабели автоматики и телемеханики (сигнальные и контрольные).

3. Силовые кабели.

По конструкции различают симметричные и коаксиальные кабели. Симметричная цепь состоит из двух совершенно одинаковых в электрическом и конструктивном отношении изолированных проводников.

Коаксиальная цепь представляет собой два цилиндра с совмещенной осью, причем один цилиндр – сплошной проводник, расположенный внутри другого полого цилиндра.



Рис.2. Классификация кабелей по назначению

## 2. Конструктивные элементы электрического кабеля

К конструктивным элементам кабеля относятся:

токопроводящие жилы;

изоляция жил;

оболочка;

защитные покровы.

**Токопроводящие жилы** являются направляющей системой кабеля. Должны обладать высокой электрической проводимостью, гибкостью и механической прочностью. Для изготовления кабельных жил используются медь и алюминий. Недостатки медных жил: дефицитность меди, сложность производства электротехнической меди, сложность технологии изготовления медной проволоки.

Медные жилы кабелей связи изготавливают следующих диаметров: кабели местной связи – 0,4; 0,5; и 0,7 мм; магистральные кабели связи – 0,8; 0,9; 1,05 и 1,2 мм; сигнально-блокировочные кабели – 1,0 мм.

Применение алюминия вызывает некоторое увеличение сечения кабеля и расхода металла на оболочку и броню. Кроме того, алюминиевые жилы ломаются при вибрации и недостаточно хорошо сращиваются. Однако алюминий более дешев, менее дефицитен и имеет малую массу.

Алюминиевые жилы изготавливают диаметром 1,15; 1,55 и 1,8 мм.

Жилы силовых и контрольных кабелей могут быть медными или алюминиевыми, одно- или многопроводными круглой или фасонной формы сечением от 1 до 500 мм для медных жил и от 2,5 до 500 мм для алюминиевых жил.

Для коаксиальной пары внутренний проводник чаще бывает медный, иногда биметаллический. Внешний проводник представляет собой трубку, изготовленную чаще всего из медной ленты толщиной 0,35 мм.

Комбинированные кабели состоят как из симметричных, так и коаксиальных цепей.

**Изоляция кабельных жил.** Материал, используемый для изоляции кабелей и проводов, должен обладать высокими и стабильными электрическими характеристиками, быть гибким, механически прочным и не требовать технологической обработки.

В электрическом отношении свойства изоляции определяются следующими параметрами: электрической прочностью, удельным электрическим сопротивлением, диэлектрической проницаемостью и тангенсом угла диэлектрических потерь.

Известно, что с увеличением частоты передаваемого сигнала, увеличиваются диэлектрические потери. Поэтому диэлектрики, применяемые для изоляции кабелей, должны обладать диэлектрической проницаемостью, близкой к единице, а коэффициент диэлектрических потерь должен быть близок к нулю и обладать малым увеличением с повышением частоты. Изоляция предохраняет токопроводящие жилы от соприкос-

новения между собой и строго фиксирует взаимное расположение жил в группе по всей длине кабеля.

Изоляционными материалами служат:

бумага и ее модификации;

полиэтилен;

стирофлекс;

поливинилхлорид.

В симметричных кабелях применяются следующие конструкции изоляционных покрытий:

- трубчатая — выполняется в виде бумажной или пластмассовой ленты, наложенной в виде трубки;

- кордельная — состоит из нити корделя, расположенного открытой спиралью на проводнике, и ленты, которая накладывается поверх корделя;

- сплошная — выполняется из сплошного слоя пластмассы;

- балонная — представляет собой тонкостенную пластмассовую трубку диаметром 2–3 мм, внутри которой располагается жила кабеля. Трубка периодически в точках или по спирали обжимается, надежно удерживая жилу в центре изоляции;

- шайбовая — выполняется из твердого диэлектрика в виде шайб толщиной 1,5–2,5 мм, насаживаемых на проводник через определенные промежутки (20–30 мм);

- спиральная (гелекоидальная) — представляет собой равномерно распределенную по длине проводника пластмассовую спираль, имеющую прямоугольное сечение;

- кордельно-трубчатая — состоит из полиэтиленового корделя диаметром 0,6–0,8 мм и полиэтиленовой трубки диаметром 2–3 мм.

Из различных диэлектрических материалов и конструктивных форм изоляции на железнодорожном транспорте наибольшее применение получили:

для кабелей местной связи — трубчатая, выполненная в виде обмотки бумажными лентами, и сплошная полиэтиленовая изоляция;

для симметричных кабелей связи — кордельно-бумажная, кордельно-трубчатая полиэтиленовая, кордельно-стирофлексная, пористая полиэтиленовая, сплошная полиэтиленовая и кордельно-полистирольная изоляция;

для сигнально-блокировочных кабелей — полиэтиленовая изоляция;

для контрольных кабелей — сплошная резиновая, полиэтиленовая или поливинилхлоридная изоляция;

для силовых кабелей — бумажная пропитанная, резиновая и пластмассовая изоляция.

Изоляция коаксиальных кабелей — баллонная, кордельно-трубчатая пластмассовая (полиэтиленовая или полистирольная), кордельно-бумажная, шайбовая, сплошная из пористого полиэтилена.

**Скрутка кабельных жил.** Изолированные жилы скручивают в группы для снижения электромагнитных связей между цепями и повышения их защищенности от взаимных и внешних мешающих влияний. Кроме того, скрутка облегчает взаимное перемещение жил при изгибах кабеля и обеспечивает ему более устойчивую и круглую форму. Существует несколько способов скручивания жил кабеля в группы.

Простая кабельная скрутка — жилы укладывают концентрическими слоями или повивами вокруг центральной жилы. Применяют ее только в многожильных кабелях.

Сложную кабельную скрутку выполняют из жил, предварительно скрученных в элементарные группы симметричных кабелей.

Самыми распространенными типами скруток жил являются:

парная;

звездная (четверочная);

повивная или пучковая.

При парной скрутке две изолированные жилы скручивают вместе в пару с шагом скрутки не более 300 мм. Данную скрутку применяют преимущественно в телефонных кабелях местной связи.

Шагом скрутки называют расстояние по длине скрученной группы, которое соответствует полному обороту любой из жил вокруг оси скрутки.

При звездной скрутке четыре изолированные жилы скручивают с шагом скрутки 150 – 300 мм. Эта скрутка является наиболее экономичной, обеспечивающей лучшую стабильность электрических параметров. Применяется преимущественно в кабелях многоканальной связи.

Скрученные в группы изолированные жилы систематизируют по определенному закону и объединяют в общий кабельный сердечник. В зависимости от характера образования сердечника различают повивную и пучковую скрутки.

При повивной скрутке группы располагают последовательными концентрическими слоями (повивами) вокруг центрального повива, состоящего из одной-пяти групп. Смежные повивы скручиваются в противоположных направлениях.

При пучковой скрутке группы (пары, четверки и т.д.) скручивают в одну сторону и с одним шагом в пучки или пучок, из которых (которого) образуется сердечник. Применяется такая скрутка в кабелях связи с большим числом жил.

**Герметические оболочки кабеля.** Защитные оболочки и покрытия кабелей предохраняют изоляцию жил от влаги и защищают кабель от механических воздействий в процессе его транспортировки, прокладки и эксплуатации.

Скрученный сердечник кабеля обматывается несколькими слоями кабельной бумаги или другим изоляционным материалом, образуя поясную изоляцию. Поясная изоляция скрепляет сердечник и сохраняет его форму, предохраняет жилы с изоляцией от механических и тепловых повреждений при изготовлении кабельного изделия.

В зависимости от материала изоляции жил и оболочек и особенностей конструкции кабельного изделия для образования поясной изоляции применяются полиэтиленовые, поливинилхлоридные или равноценные им пластмассовые ленты или пленка, а также кабельная бумага, прорезиненная ткань и изоляция из поливинилхлоридного пластика, не распространяющего горение.

Экраны предназначены для защиты цепей в кабелях от внешних и взаимных электромагнитных влияний. В силовых высоковольтных кабелях экраны служат для выравнивания электрического поля. В кабелях связи, сигнализации и блокировки функцию экрана выполняют металлические оболочки.

Поверх сердечника с поясной изоляцией (экрана) накладывается оболочка кабеля, предназначенная для защиты сердечника от механических повреждений, света, проникновения

влаги, химических веществ, электромагнитных влияний и других внешних факторов. По конструкции оболочка представляет собой непрерывную металлическую или неметаллическую трубку, которая определяет строительную длину кабеля. Применяются следующие оболочки:

- металлические (свинцовые, алюминиевые, стальные);
- пластмассовые (полиэтиленовые и поливинилхлоридные);
- резиновые;

- металлопластмассовые (в виде пластмассовой трубки с тонким слоем металла изнутри).

**Защитные покрытия кабеля** — наружные покрытия, накладываемые поверх оболочек кабелей для защиты оболочки от механических повреждений и коррозии. Защитные покрытия состоят из трех основных частей:

- подброневое слоя (подушки);
- брони;
- наружного покрытия.

Подушку накладывают на оболочку кабеля для предохранения ее от коррозии и механических повреждений лентами и проволоками брони. Состоит из пропитанной битумом кабельной пряжи (джута) или из нескольких слоев пропитанной битумом кабельной бумаги.

Кабельная броня, состоящая из металлических лент или одного (нескольких) повивов проволок (круглых или плоских), препятствует повреждению кабеля от внешних механических и электрических воздействий. Может изготавливаться из двух стальных лент или стальной оцинкованной плоской (или круговой) проволоки. Стальные ленты толщиной 0,3–0,8 мм и шириной 25–45 мм надежно защищают кабель при подземной прокладке. Броня из круглой проволоки диаметром 4–6 мм или плоской толщиной 1,5–1,7 мм и шириной 4–6 мм используется для кабелей, прокладываемых в болотистых грунтах на дне рек и водоемов, а также по вертикальным и наклонным трассам с углом более 45°.

Наружный покров поверх брони защищает ее от коррозии и внешних механических факторов. Этот покров состоит из нескольких слоев битумного состава и пропитанной кабельной пряжи или бумаги. Сверху имеется меловое покрытие.

Различные конструктивные исполнения кабелей допускают отсутствие подушки, брони, наружного покрова или сразу двух элементов защитного покрова.

### 3. Основные типы кабелей, применяемых на железнодорожном транспорте

**Кабели местных телефонных сетей** служат для соединения местной телефонной станции с телефонными аппаратами абонентов данной станции. Сюда же относятся кабельные линии, соединяющие железнодорожную телефонную станцию с городскими телефонными станциями, а также обособленные телефонные кабельные сети для стрелочной связи, связи маневрового диспетчера и т.п.

Эти кабели низкочастотные. Они используются в соединительных линиях незначительной длины (до нескольких километров).

В качестве кабелей местных телефонных сетей используются кабели со свинцовой оболочкой и трубчато-бумажной изоляцией жил или с изоляцией из бумажной массы, а также кабели с пластмассовой изоляцией жил в пластмассовой оболочке. В тех и других применяются медные жилы диаметром 0,4; 0,5 и 0,7 мм. Скрутка жил в группы – парная, скрутка сердечника повивная или пучковая. Наиболее используемые марки кабелей местных телефонных сетей: Т, ТПП, КСП.

**Низкочастотные кабели дальней связи** применяют для монтажа телефонных и телеграфных узлов; устройства вводов цепей воздушных линий, кабельных вставок в воздушные линии, ответвлений от магистрального кабеля, соединительных линий между телефонными станциями. Они могут прокладываться вдоль железных дорог для организации отделенческой связи и цепей автоматики и телемеханики.

Токопроводящие жилы этих кабелей в зависимости от назначения имеют диаметр 0,8; 0,9 и 1,2 мм. Изоляция жил бумажно-кордельная или пористая полиэтиленовая. Скрутка жил в группах звездная. Защитные оболочки из свинца или алюминия. Используются следующие марки кабелей: ТЗ, ТЗП, ТЗА, ТЗС.

**Кабели дальней связи (магистральные)** предназначены для организации всех видов магистральной, дорожной и отделенческой связи и цепей автоматики и телемеханики на железно-

дорожном транспорте. Используются следующие марки кабелей: МКБА, МКС, МКПА, МКПГ. Схематический разрез кабеля с полиэтиленовой изоляцией жил представлен на рис. 3.

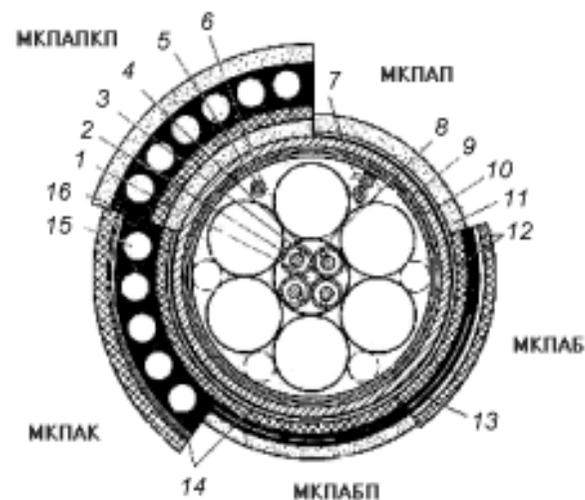


Рис.3. Поперечное сечение кабелей МКПА:

1 – центрирующий кордель; 2 – медная жила диаметром 1,05 мм; 3 – полиэтиленовый кордель; 4 – полиэтиленовая трубка; 5 – медная жила (контрольная) диаметром 0,7 мм; 6 – изоляция из корделя; 7 – сигнальная пара; 8 – спиральная обмотка хлопчатобумажной пряжи; 9 – поясная изоляция из кабельной бумаги; 10 – алюминиевая оболочка; 11 – полиэтиленовая оболочка; 12 – джут; 13 – броня из двух стальных лент; 14 – противокоррозионное покрытие; 15 – броня из стальных круглых проволок диаметром 4 мм; 16 – битумный состав

**Сигнальные кабели (сигнально-блокировочные)** используются для организации сетей управления различными устройствами автоматики и телемеханики: стрелочными приводами, светофорами, реле и т.п., а также для устройства кабельных отводов от воздушной высоковольтно-сигнальной линии автоблокировки к сигнальным перегонным точкам. Они предназначены для работы при напряжении до 250 В в полосе частот, не превышающей несколько сот герц при простой скрутке и 4 кГц – при парной. Жилы сигнальных кабелей – медные, диаметром 1 мм или 0,9 мм. Основные марки сигнальных кабелей: СБВ, СБП, СПЗ, СБЗ.

В кабелях марок СБЗПБбШв, СБЗПБбШп, СБЗПБГ, СБЗПБ и др. свободное пространство сердечника кабеля по всей его длине заполняют гидрофобным наполнителем, что обеспечивает продольную влагонепроницаемость кабеля. Гидрофобный наполнитель должен быть совместим с изоляцией жил. Поверх сердечника наложена с перекрытием поясная изоляция из полимерных лент.

С 1999 г. на сетях СЦБ МПС запрещено применение кабелей без гидрофобного заполнения. Поверх поясной изоляции может быть наложен экран из алюминиевой или алюмополиэтиленовой ленты, который обеспечивает электростатическое экранирование электрических цепей в кабеле.

Поверх оболочки бронированных кабелей располагают стандартные защитные покрытия.

**Контрольные кабели** предназначены для присоединения электрических цепей стативов с аппаратурой пультов управления, выносных табло и другого оборудования СЦБ внутренней установки, подключения электропитания постовых устройств автоматики и связи, монтажа цепей автоматики, сигнализации и релейной защиты трансформаторных подстанций СЦБ и связи, резервных пунктов питания с ДГА и цепей дистанционного управления разъединителями высоковольтных линий автоблокировки на напряжении до 660 В переменного тока или до 1000 В постоянного тока.

Эти кабели имеют медные жилы сечением от 0,75 до 10 мм или алюминиевые сечением от 2,5 до 10 мм, емкость кабелей от 4 до 37 жил. Изоляция жил может быть резиновая, полиэтиленовая, поливинилхлоридная. Оболочки делают свинцовые, резиновые или пластмассовые. Используются следующие марки кабелей: КРС, КРН, КРВ, КВВ, КПВ, АКРНБ.

**Силовые кабели** служат для передачи и распределения электрической энергии постоянного и переменного тока, питающей устройства автоматики, телемеханики и связи. Кроме того, используются для устройства кабельных вставок в провода высоковольтных линий автоблокировки.

Силовые кабели различают: по типу изоляции и по величине линейного рабочего напряжения.

Изготавливают силовые кабели с числом жил от 1 до 4. Жилы могут быть медные или алюминиевые с резиновой, пластмассовой или бумажной изоляцией, оболочку кабелей изготавливают из свинца, алюминия или пластмассы.

Для уменьшения потерь энергии жилы силовых кабелей должны обладать малым сопротивлением. Сечение медных жил составляет от 1,5 до 120 мм<sup>2</sup>, алюминиевых — от 5 до 120 мм<sup>2</sup>.

Широко применяют кабели с пропитанной бумажной изоляцией. Они могут быть с медными или алюминиевыми жилами, в свинцовой или алюминиевой оболочке. Эти кабели применяются в цепях с напряжением до 35 кВ переменного тока.

#### *Принципы маркировки электрических кабелей*

Кабели связи, автоматики и телемеханики различаются назначением, конструкцией сердечника, материалами, диаметром и количеством жилы, типами и материалами изоляции, видом защитных покрытий. Все это отражается в маркировке кабелей.

Каждая буква в маркировке электрического кабеля означает тип одного из его конструктивных элементов. Причем обозначение конструктивных элементов в маркировке указывается последовательно от центра кабеля. Максимальное количество позиций в маркировке кабеля равняется 9. При этом под позицией понимают буквенное обозначение определенного конструктивного элемента кабеля, а под номером позиции — порядковый номер буквенного обозначения в маркировке кабеля. Буквенное обозначение каждого конструктивного элемента имеет строго определенное место расположения в маркировке кабеля. При отсутствии в маркировке какого-то обозначения, позиции сдвигаются.

Важной особенностью маркировки электрических кабелей является пропуск отдельных позиций и определение типа данного конструктивного элемента по умолчанию.

Упрощенные данные маркировки электрических кабелей приведены в табл. 1. Также в этой таблице представлены соответствия номеров позиций и конструктивных элементов кабеля, возможные буквенные обозначения на соответствующих позициях в маркировке кабеля, типы конструктивных элементов определяемых по умолчанию.

## Маркировка электрических кабелей

Номер позиции	Конструктивный элемент	Обозначение	По умолчанию
1	2	3	4
1	Тип и назначение кабеля	<p>М – магистральный симметричный</p> <p>Т – телефонный местной связи или низкочастотный (для низкочастотного 2 позиция – звездная скрутка)</p> <p>СВ – сигнально-блокировочный</p> <p>К – контрольный</p> <p>КМ – коаксиальный магистральный</p> <p>Р – радиочастотные, распределительные для радиовещания</p> <p>Исключения: АК – контрольный кабель с алюминиевыми жилами</p> <p>МКК – магистральный коаксиальный комбинированный кабель</p> <p>МКТ – магистральный коаксиальный малогабаритный кабель</p> <p>З – высокочастотный для зонной связи</p> <p>КС – высокочастотный для местной связи</p> <p>Ц – для силовых кабелей на месте 1 поз. ставится буквенное обозначение 4 поз., а в маркировке 4 поз. пропускается</p>	Силовые кабели
2	Тип скрутки жил кабеля	3 – звездная (четверочная) скрутка	Парная скрутка (в магистральных кабелях не маркируется звездная скрутка)
3	Материал токопроводящих жил	А – алюминиевые жилы	Медные жилы

## Продолжение табл.1

1	2	3	4
4	Материал изоляции жил и поясной изоляции	<p>К(КБ) – кордельно-бумажная</p> <p>КС – кордельно-стирофлексная</p> <p>КП – кордельно-полиэтиленовая или полистирольная</p> <p>П – пористая полиэтиленовая</p> <p>В – сплошная поливинилхлоридная</p> <p>З – с гидрофобным наполнением</p> <p>Ц – бумажная изоляция с нестекающей церезитовой пропиткой (на месте поз.1)</p>	<p>В телефонных, НЧ и других кабелях не маркируется сплошная бумажная изоляция жил.</p> <p>В сигнально-блокировочных кабелях не маркируется полиэтиленовая изоляция жил</p>
5	Материал влагозащитной оболочки	<p>А(ОА) – алюминиевая</p> <p>С(ОС) – свинцовая</p> <p>П – полиэтиленовая</p> <p>В – поливинилхлоридная</p> <p>СТ(Ст) – гофрированная стальная</p>	В кабелях телефонных и НЧ не маркируется свинцовая влагозащитная оболочка (если нет иной металлической оболочки)
6 (в этом случае поз.8 отсутствует)	Защитные покрытия (подушка) поверх влагозащитной оболочки	<p>П(Шп) – выпрессованный полиэтиленовый защитный шланг</p> <p>В(Шв), в – защитный шланг из поливинилхлоридного пластика</p> <p>Г – без брони</p> <p>КМ – круглые медные проволоки</p> <p>ПМ – плоские медные проволоки</p> <p>ПА – плоские алюминиевые проволоки</p>	Битум
7	Тип брони	<p>Б – броня из стальных лент</p> <p>К – броня из стальных оцинкованных круглых проволок</p> <p>П – броня из стальных оцинкованных плоских проволок</p> <p>Ц – броня из стальных оцинкованных лент</p>	
8 (тогда поз.6 отсутствует)	Покровы поверх брони	<p>б – без подушки при наличии брони</p> <p>л – поливинилхлоридные ленты</p> <p>2л – 2 слоя поливинилхлоридных лент или равноценных им</p> <p>п – вязкий подклеивающий состав и полиэтиленовая лента</p>	Битум

1	2	3	4
9	Защитный покров поверх брони (при наличии брони)	П (Шп) – выпрессованный полиэтиленовый шланг н – негорючий состав или меловое покрытие Шв – защитный шланг из поливинилхлоридного пластика Г – без наружного покрытия	Битум
10	Особенности изоляции силовых кабелей	В – добавляется в обозначении марки силовых кабелей с обедненно-пропитанной изоляцией	

*Примечания:* 1. Кроме буквенных обозначений в маркировку могут добавляться и цифровые  $a \times b \times c$ , где  $a$  - число групп;  $b$  - число жил в группе;  $c$  - диаметр жилы. При маркировке комбинированных кабелей, образованных несколькими группами, последовательно перечисляются все группы и их параметры.

2. В сигнальных, сигнально-блокировочных, контрольных и силовых кабелей отсутствует скрутка жил (позиция 2). Поэтому при маркировке соответствующие позиции конструктивных элементов сдвигаются, и на 4 позиции будет указываться наличие гидрофобного заполнения сердечника, обозначаемое буквой «З».

## Задание

По заданным преподавателем маркировкам электрических кабелей указать типы всех конструктивных элементов. Ответ оформить в виде таблицы. Изобразить поперечный разрез одного из кабелей с обозначением всех конструктивных элементов и указанием вида конструкции и материала, из которого изготовлен элемент.

При подготовке к защите рекомендуется использовать всю доступную информацию, включая лабораторные стенды, настоящие методические указания, учебную и справочную литературу, научно-технические периодические издания, каталоги продукции.

При защите лабораторной работы студентам предлагается задание, аналогичное данному, но без предоставления образцов исследуемых кабелей.

### Пример 1.

*Задана маркировка кабеля:* ТЗПАПКП 7х4х1,2

На месте первой позиции стоит буква Т. В соответствии с расшифровкой первой позиции (табл. 1) данный кабель является низкочастотным дальней связи, поскольку на второй позиции указана звездная скрутка (буква З).

На месте второй позиции – буква З. Следовательно, в данном кабеле использована звездная скрутка жил.

На месте третьей позиции стоит буква П. Однако в табл. 1 на месте данной позиции буква П не предусмотрена. Следовательно, третья позиция расшифровывается по умолчанию – использованы медные жилы.

Таким образом, буква П относится к четвертой позиции. В соответствии с табл. 1 и расшифровкой определяем, что в данном кабеле использована пористая полиэтиленовая изоляция жил.

На месте пятой позиции стоит буква А. В соответствии с табл. 1 и расшифровкой определяем, что в данном кабеле использована алюминиевая оболочка.

На месте шестой позиции стоит буква П. При этом замечаем, что на месте восьмой позиции маркировка в соответствии с табл. 1 отсутствует. Следовательно, буква П обозначает тип защитных покровов поверх влагозащитной оболочки (при этом обозначения ПА и ПМ не соответствуют приведенной маркировке). Таким образом, в соответствии с табл. 1 и расшифровкой определяем, что в данном кабеле использован выпрессованный полиэтиленовый защитный шланг в качестве подушки поверх влагозащитной оболочки.

На месте позиции семь стоит буква К. Она обозначает, что в данном кабеле использована броня из круглых проволок.

Так как имелась позиция шесть, то позиция восемь отсутствует.

На месте позиции девять стоит буква П, которая обозначает, что в данном кабеле поверх брони использован защитный покров в виде выпрессованного полиэтиленового шланга. Цифровое обозначение: 7 групп; по 4 жилы в группе; 1,2 мм - диаметр жилы.

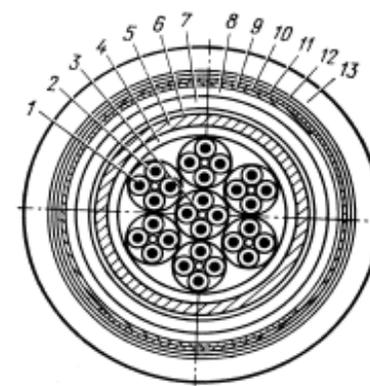
Оформление ответа приводится в табл. 2. Поперечное сечение кабеля ТЗПАПКП представлено на рис. 4.

Таблица 2

Номер позиции	Буквенное обозначение	Конструктивный элемент и его тип
1	Т	Кабель низкочастотный дальней связи
2	З	Звездная (четверочная) скрутка жил
3	-	Медные жилы
4	П	Пористая полиэтиленовая изоляция жил
5	А	Алюминиевая влагозащитная оболочка
6	П	Выпрессованный ПЭ шланг поверх влагозащитной оболочки
7	К	Броня из стальных оцинкованных круглых проволок
8	-	-
9	П	Выпрессованный полиэтиленовый шланг поверх брони
10	-	-

Рис.4. Поперечное сечение кабеля ТЗПАПКП:

1 – токопроводящая медная жила; 2 – пористая полиэтиленовая изоляция; 3 – полиэтиленовый кордель; 4 – поясная изоляция; 5 – алюминиевая оболочка; 6, 9, 11 – битум; 7, 13 – полиэтиленовая оболочка; 8 – кабельная бумага; 10 – броня из стальных оцинкованных круглых проволок; 12 – поливинилхлоридная лента



### Пример 2.

Задана маркировка кабеля: ВВГ

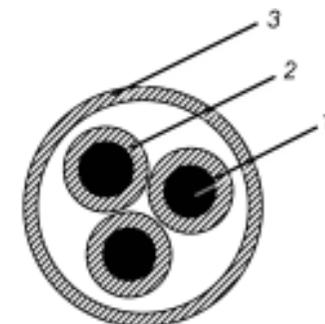
Оформление ответа приводится в табл. 3. Поперечное сечение кабеля ВВГ представлено на рис. 5.

Таблица 3

Номер позиции	Буквенное обозначение	Конструктивный элемент и его тип
1	-	Силовой кабель
2	-	Медные жилы
3	В	Поливинилхлоридная изоляция жил
4	-	Гидрофобное заполнение сердечника отсутствует
5	В	Поливинилхлоридная влагозащитная оболочка
6	Г	Без брони
Остальные позиции в маркировке кабеля ВВГ отсутствуют		

Рис.5. Поперечное сечение кабеля ВВГ:

1 – токопроводящая медная жила; 2 – поливинилхлоридная изоляция; 3 – поливинилхлоридная оболочка



## Конструкция и маркировка оптических кабелей автоматики, телемеханики и связи

*Цель работы.* Изучить конструкцию и принципы маркировки оптических кабелей автоматики, телемеханики и связи. Получить навыки определения всех конструктивных элементов кабеля и области его применения по маркировке.

### 1. Оптические кабели

#### 1.1. Классификация оптических кабелей.

Оптические кабели (ОК) должны быть рассчитаны на возможность передачи всех видов информации на базе современных и перспективных оптических технологий передачи.

По назначению ОК в отличие от электрических кабелей достаточно классифицировать на две основные группы:

линейные — для прокладки вне зданий (для наружной прокладки);

внутриобъектовые — для прокладки внутри зданий.

Классифицировать линейные ОК по принципу их принадлежности к магистральной, зонавым или местным сетям связи необходимости нет, поскольку современные одномодовые оптические волокна (ОВ) обладают столь высокими параметрами передачи, что не являются ограничивающим фактором применения ОК на сетях связи любого уровня иерархии.

Определяющим фактором применения линейных ОК на сетях связи являются условия их прокладки и эксплуатации. Поэтому линейные ОК классифицируют на три группы: подземные, подводные и подвесные.

Внутриобъектовые ОК по условиям применения классифицируют на две группы: распределительные и станционные (монтажные).

Поскольку условия прокладки и эксплуатации ОК даже в одной и той же среде не одинаковы, ОК классифицируют еще и по вариантам их применения.

Классификация ОК по назначению, условиям и вариантам применения представлена на рис. 6.

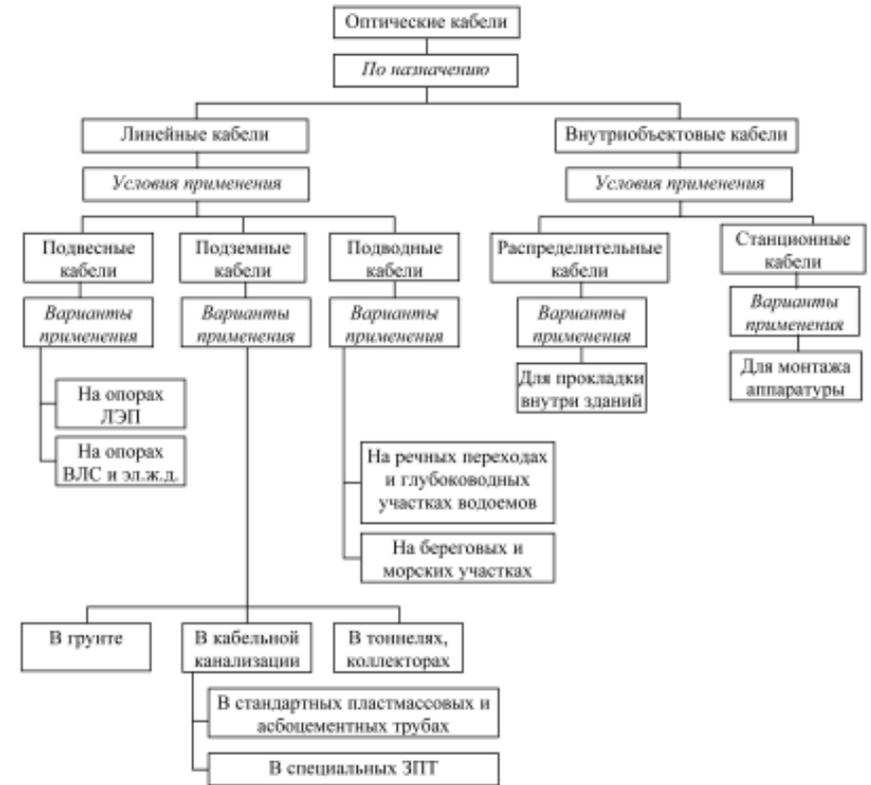


Рис. 6. Классификация оптических кабелей

#### 1.2. Основные конструктивные элементы ОК и материалы, из которых они изготавливаются

В ОК в качестве направляющей среды передачи для информационных сигналов применяют кварцевое ОВ, которое чувствительно к механическим нагрузкам (усилиям растяжения и сжатия, изгибам, кручению и ударам), а также к перепадам температур, химическому воздействию и влиянию влаги. Причем параметры эластичности и механизмы отказа у ОВ иные, чем у медных жил электрических кабелей.

Основные воздействующие факторы (механические, климатические и электромагнитные), которым должны противостоять

ять ОК, определяют особенности конструкций ОК различного назначения и обуславливают использование в них тех или иных конструктивных элементов.

В зависимости от условий применения на Взаимосвязанной сети связи (ВСС) России ОК могут содержать основные конструктивные элементы, приведенные на рис.7. К ним относятся: оптическое волокно, оптические модули, оптические сердечники, медные жилы, гидрофобные материалы, броня и оболочка. Отдельные элементы могут отсутствовать исходя из назначения и условий применения ОК.



Рис. 7. Основные конструктивные элементы оптического кабеля

**Оптическое волокно** – это основной конструктивный элемент ОК, который выполняет роль направляющей среды передачи.

В зависимости от материала изготовления ОВ бывают:

**Полимерные.** Изготавливаются из целого ряда полимерных материалов. Производители таких ОВ декларируют его низкую стоимость и легкость монтажа в будущем, однако остальные характеристики, соответствующие требованиям техники связи, пока не реализованы. Перспективная область применения полимерных ОВ – линии длиной 10...100 м с большим количеством подключений при отсутствии высоких требований к

надежности и емкости сетей, в том числе локальные сети, сети доступа, датчики в автомобилях и военная техника.

**Кварц-полимерные.** Имеют сердцевину из кварцевого стекла и оболочку из полимерных материалов. Преимуществом этих ОВ является сердцевина большого диаметра (200...1000 мкм), высокая механическая прочность, малая чувствительность к изгибам и повышенная стойкость к ионизирующим излучениям. Область применения – линии длиной несколько сотен метров.

**Кварцевые.** Имеют сердцевину из кварцевого стекла, легированного малыми добавками стеклообразующих компонентов для изменения показателя преломления и оболочку из кварцевого стекла. Достоинствами кварцевого стекла являются прозрачность в ближней инфрокрасной области спектра, высокая механическая прочность, хорошая формуемость, высокая химическая стойкость и стабильность характеристик. Оценка предельно достижимой скорости передачи по кварцевому ОВ (10...30 Тбит/с) и сравнение ее с имеющимися место в настоящее время скоростями передачи показывает, что полоса пропускания ОВ действующих линий используется менее чем на 1%.

ОВ крайне чувствительно к поверхностным дефектам (микротрещинам, пылинкам), которые резко снижают его прочность, особенно в присутствии влаги и под действием высоких температур и напряжений. Поэтому для сохранения механической прочности и защиты поверхности ОВ наносятся полимерные покрытия. Защитные полимерные покрытия ОВ в основном имеют двухслойную структуру.

Для цветового кодирования ОВ используются, в основном, «чернила» ультрафиолетового отверждения, наносимые на волокна. «Чернила» обеспечивают стойкость цветовой окраски в течение всего срока службы ОК, не оказывают влияния на характеристики передачи ОВ, стойки к химическим материалам, применяемым в конструкциях ОК.

В ОМ размещается в основном до 12 ОВ и для их окраски используют «чернила» следующих цветов: голубой, оранжевый, зеленый, коричневый, серый, белый, красный, черный, желтый, фиолетовый, розовый, бирюзовый.

При размещении в оптическом модуле ОК от 14 до 36 ОК окраску ОВ производят теми же цветами, однако с нанесением на ОВ с номерами от 13 до 24 дополнительной сплошной цветовой полоски, а на ОВ с номерами от 25 до 36 с нанесением дополнительной штриховой цветовой полоски.

**Оптический модуль (ОМ)** – самостоятельный конструктивный элемент ОК, содержащий одно или более ОВ, выполняет функции защитного элемента, уменьшает опасность обрыва ОВ и обеспечивает стабильность его работы при воздействии продольных и поперечных сил. Конструкция ОМ бывает следующих типов: трубчатые, профилированные и ленточные.

В трубчатом ОМ оптические волокна свободно укладывают либо без скрутки (рис.8, а), либо путем скрутки вокруг центрального силового элемента (рис.8, б), либо размещают в плотном буферном покрытии (рис.8, в). Плотный буферный слой увеличивает сопротивляемость ОВ к сжатию и изгибам.

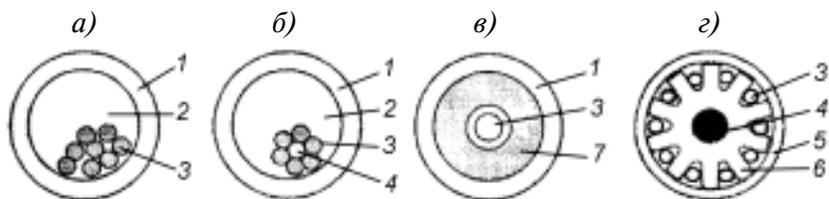


Рис. 8. Примеры конструкций ОМ:

а), б) и в) – трубчатые; г) – профилированный; 1 - трубка; 2 - воздух или гидрофобный компаунд; 3 - ОВ в защитном покрытии; 4 - ЦСЭ; 5 - лента; 6 - стержень профилированного типа со спиралеобразными V-образными пазами; 7 - плотный буферный слой

В профилированном ОМ в спиралеобразных пазах V-образного типа, образуемых в полимерном стержне, ОВ (одно или несколько) свободно укладывают по спирали. Силовой элемент в центре профилированного стержня обеспечивает необходимые механические параметры и стойкость к температурным изменениям (рис.8, г).

В ленточном ОМ оптические волокна от двух и более размещают в линейный ряд, образуя линейный элемент. Фиксация

ОВ в линейном элементе может осуществляться с помощью полимерного материала по длине элемента, выполняющего функцию вторичного защитного покрытия (рис.9, а), или адгезивного слоя и наложенных поверх синтетических лент (рис.9, б).



Рис. 9. Примеры конструкций ленточного ОМ:

а) – с полимерным защитным материалом; б) – с дополнительным защитным покрытием из адгезивного слоя и синтетических лент; 1 – ОВ в защитном покрытии; 2 – полимерный материал; 3 – адгезивный слой; 4 – синтетическая лента.

Из ОМ ленточного типа может создаваться матрица (единичный блок) с определенным числом ОВ, который затем размещается либо в полимерной трубке, либо в пазах спиралеобразного профилированного элемента (стержня).

**Оптический сердечник ОК** формируется либо из одного ОМ, расположенного в центре, либо из нескольких ОМ или пучков ОМ, скрученных вокруг центрального силового элемента (ЦСЭ). В первом случае оптический сердечник рассматривают как одномодульную конструкцию, во втором – многомодульную.

Оптический сердечник повышает механическую прочность ОК, защищает ОВ от изгибов и от нагрузок на растяжение и сдавливание, в пределах, не оказывающих влияния на передаточные параметры. ЦСЭ выполняет основную функциональную нагрузку.

Оптические сердечники могут содержать следующие дополнительные элементы: элементы заполнения, не содержащие ОВ (кордели), медные жилы, пары или четверки из медных жил.

Обычно повив оптического сердечника их элементов скрепляется нитями или скрепляющей лентой. Основным материалом для скрепления элементов сердечника ОК повивной скрутки является полиэтилентерефталатная лента, обеспечивающая фиксацию элементов конструкции сердечника до наложения

полимерной оболочки и предотвращающая вытекание из сердечника гидрофобного заполнителя.

Конструкция оптического сердечника определяется функциональным назначением и условиями применения ОК. Примеры конструкций оптических сердечников ОК, образованных из ОМ различного типа, для подвески или прокладки в грунте и внутри зданий приведены на рис.10. Примеры конструкций оптических сердечников ОК для подводной прокладки приведены на рис.11.

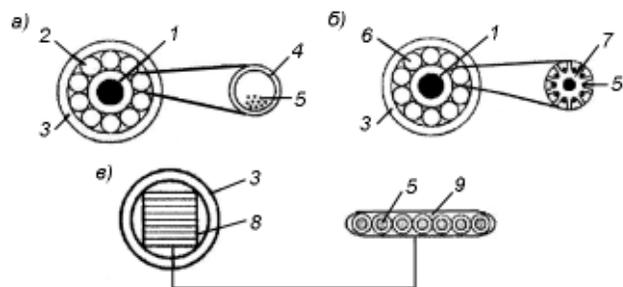


Рис. 10. Примеры конструкций оптических сердечников подземных и подвесных ОК из ОМ различного типа:

а) – трубчатый, б) – профилированного, в) – ленточного; 1 – ЦСЭ; 2 – ОМ трубчатого типа; 3 – защитное покрытие (трубка, скрепляющие полимерные ленты и т.п.); 4 – полимерная трубка; 5 – ОВ в защитном покрытии; 6 – ОМ профилированного типа; 7 – стержень профилированного типа; 8 – единственный блок (матрица) из ленточных ОМ; 9 – ленточный ОМ

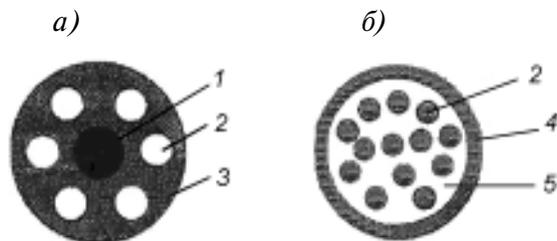


Рис. 11. Примеры конструкций оптических сердечников подводных ОК:

а) – фирма Fujitsu; б) – фирма Alcatel; 1 – ЦСЭ из омедненной стальной проволоки; 2 – ОВ; 3 – полимер, сшиваемый ультрафиолетовым облучением; 4 – стальная трубка (толщина стенки 0,2 мм; наружный диаметр 2,3 мм); 5 – тиксотропный наполнитель

**Силовые элементы** обеспечивают требуемую механическую прочность ОК и величину деформации ОВ в заданных пределах. При выборе материалов для силовых элементов учитывают следующие факторы: модуль Юнга, соотношение механической прочности и массы, стабильность параметров во времени и в пределах заданных изменений температур, стойкость к коррозии, возможность прокладки и монтажа, а также условия работы ОК.

В качестве материалов для силовых элементов могут применяться стальная, медная и алюминиевая проволоки, а также арамидные нити и стеклопластиковые стержни.

Силовые элементы, размещенные в центре, обеспечивают большую гибкость, а на периферии – большую стойкость ОК к ударам и растягивающим нагрузкам.

Для изготовления ОК, предназначенных для прокладки в грунт, с целью повышения стойкости ОК к внешним электромагнитным воздействиям в качестве ЦСЭ преимущественно используется стеклопластиковый стержень.

Стальная проволока используется в бронепокровах ОК, прокладываемых в грунт (в том числе в скальный грунт и грунт, подверженный мерзлотным явлениям). Ее применение обеспечивает более высокую стойкость ОК к растягивающим и раздавливающим усилиям при меньших габаритах и стоимости, а также упрощает трассопоисковые работы.

Стеклопластиковые стержни и арамидные нити применяют в качестве силовых элементов диэлектрических ОК, предназначенных для подвески на опорах ЛЭП, опорах контактной сети и автоблокировки электрифицированных железных дорог, а также для ОК, предназначенных для прокладки в условиях сильных электромагнитных воздействий.

**Гидрофобные материалы** предназначены для защиты ОВ от воздействия влаги, выполняют функции амортизатора для ОВ при механических воздействиях на ОК и смазки, уменьшающей трение между ОВ и стенкой ОМ. Как правило, это специальный гидрофобный компаунд, водоблокирующая лента (разбухающая при попадании воды) или их комбинации. Свободное пространство в модулях, пазах, а также между ОМ и силовыми элементами заполняют гидрофобным компаундом.

Преимущественно применяют гидрофобные гелеобразные компаунды. Заполнители на основе порошкообразных материалов, нити и ленты применяют значительно реже.

Гидрофобные заполнители отличаются диапазоном рабочих температур и назначением и подразделяются на внутримодульные и межмодульные заполнители.

Внутримодульные заполнители используют для заполнения модулей с ОВ. Они характеризуются более высокими требованиями и имеют меньшую вязкость по сравнению с межмодульными заполнителями.

Межмодульные заполнители используют для заполнения свободного пространства в сердечниках ОК и в бронепокровах.

К гидрофобным компаундам предъявляют следующие требования: не должен становиться текучим при температуре до + 70°C и влиять на параметры ОВ, совместимость с другими материалами ОК, легкое удаление при монтаже, отсутствие токсичности и не вызывать коррозию.

**Оболочки** защищают оптические сердечники от внешних воздействий и механических повреждений. Тип оболочки выбирают с учетом механической стойкости, стойкости к воздействию окружающей среды, физических характеристик материала, а также удобства монтажа.

Оболочка ОК должна в течение всего срока службы сохранять герметичность, влагонепроницаемость, электрическую прочность, стойкость к воздействию соляного тумана, солнечного излучения, стойкость к избыточному гидростатическому давлению, к низким и высоким температурам, обеспечивать нераспространение горения и иметь требуемые механические свойства на растяжение, сдавливание, удары и изгибы.

Защиту кабелей от поперечной диффузии влаги через полимерные оболочки обеспечивают комбинированные оболочки: алюмополиэтиленовые и сталеполіэтиленовые. Они применяются при изготовлении ОК, которые предназначены для эксплуатации в воде. Наличие у ОК комбинированной оболочки упрощает также проведение трассопоисковых работ, а применение оболочки «сталь-полиэтилен» обеспечивает повышение стойкости ОК к воздействию грызунов.

Для изготовления оболочек ОК используются следующие материалы:

**Полиэтилен**, наиболее широко применяемый материал, получается в результате полимеризации этилена. В зависимости от способа полимеризации имеет несколько разновидностей:

полиэтилен низкой плотности ПЭНП (в отечественной литературе именуется как полиэтилен высокого давления) характеризуется высокими электрическими свойствами;

полиэтилен высокой плотности ПЭВП (в отечественной литературе — полиэтилен низкого давления) характеризуется высокими механическими свойствами и более худшими, по сравнению с ПЭНП, электрическими свойствами;

полиэтилен средней плотности ПЭСП обладает промежуточными характеристиками по сравнению с ПЭНП и ПЭВП.

Для изготовления оболочек ОК применяют также полиэтиленовые (ПЭ) композиции, в которые вводят различные компоненты, способствующие повышению стойкости материала к старению, к солнечной радиации и др. Одним из недостатков полиэтилена является его горючесть, поэтому ОК с ПЭ оболочками используются только для наружной прокладки. Применять их для кабелей, прокладываемых внутри зданий, в коллекторах и туннелях, нельзя по соображениям пожаробезопасности.

**Поливинилхлоридный пластикат** применяют преимущественно для изготовления оболочек стационарных ОК, поскольку он обеспечивает нераспространение горения и позволяет изготавливать оболочки ОК высокой гибкости. К недостаткам материала относится возможность миграции пластификатов в другие элементы конструкции, выделение дыма и хлора при воздействии пламени, с образованием удушающих газов и паров соляной кислоты.

**Полиамид** (т.е. капрон, нейлон) применяют как дополнительное покрытие наружной оболочки ОК с целью повышения стойкости к абразивному воздействию, к химическим веществам, а также воздействию грызунов и термитов.

**Полиуретаны** наиболее дорогостоящие полимеры. Они характеризуются превосходными механическими характери-

ками, высокой абразивной стойкостью, высокой гибкостью, стойкостью к химическим материалам, к окислению. Основная область применения – военно-полевые кабели и кабели для подвижных соединений машин и механизмов.

**Броня** повышает механические свойства и улучшает защитные функции ОК. Наиболее часто она выполняется из круглых оцинкованных или из нержавеющей стали проволок в виде одного или нескольких повивов. Применяется также броня из продольно наложенной стальной гофрированной ленты. В диэлектрических ОК броня может быть выполнена из арамидных нитей, стеклопластиковых стержней и др. Например, в ОК для прокладки через судоходные реки используется броня из двух повивов. Такая же броня используется и для шельфовых и прибрежных морских ОК, но выполненная из проволок большого диаметра с более высокой прочностью.

Броня должна обладать механическими свойствами, адекватными условиям прокладки и эксплуатации ОК, и сохранять эти свойства в течение всего срока службы ОК, обеспечивая защиту от грызунов.

### 1.3. Основные российские производители ОК.

ОК в России для ВСС выпускают следующие кабельные предприятия:

СП ЗАО «ОФС Связьстрой-1», Волоконно-оптическая кабельная компания (ВОКК), Воронеж, одним из соучредителей которой является компания Optical Fibersolutions, США, вместе Lucent Technologies;

СП ЗАО «Москабель-Фуджикура» (МФК), Москва, одним из соучредителей которой является фирма Fujikura, Япония;

СП ЗАО «Самарская оптическая кабельная компания» (СОКК), Самара, одним из учредителей которой является фирма Corning Inc., США;

ЗАО «ОКС 01», Санкт-Петербург»;

ООО «Оптен», Санкт-Петербург»;

ЗАО «Саранскабель-Оптика», Саранск»;

ОАО «Севкабель», Санкт-Петербург»;

ЗАО «Севкабель-Оптик», Санкт-Петербург»;  
ЗАО «Трансвок», Боровск, Калужская область»;  
ООО «Эликс-кабель», Москва»;  
ЗАО НФ «Электропровод», Москва»;  
ЗАО «Яуза-кабель», Мытищи»;  
ООО «Еврокабель», Москва».

Эти кабельные заводы, начиная с 2000 г., формируют российский телекоммуникационный рынок оптического кабеля.

Большинство кабельных заводов придерживаются стратегии выпуска ОК, при которой потребителю предлагают на выбор конструкции ОК с несколькими базовыми конструкциями оптических сердечников, несколькими вариантами брони, внутренними и наружными оболочек. Выпускаются ОК различного назначения и для различных условий прокладки и эксплуатации.

Унификация выпускаемых ОК заключается прежде всего в унификации оптического сердечника ОК. Применяют две конструкции:

ОК с оптическим сердечником, в центре которого расположен ЦСЭ и несколько элементов повива – оптических модулей и корделей заполнения;

ОК с оптическим сердечником, в центре которого расположена полимерная трубка с ОВ, выполняющая роль центрального ОМ.

Всеми кабельными заводами освоены конструкции ОК с многомодульным оптическим сердечником повивного типа, т.е. несколько ОМ и корделей заполнения располагаются вокруг ЦСЭ. Для такой конструкции хорошо отработана не только технология изготовления, но и технология монтажа ОК, что способствует сохранению стабильности конструкции ОК как в процессе прокладки, так и эксплуатации.

В многомодульном оптическом сердечнике может быть от 2 до 18 ОМ, в каждом ОМ от 2 до 24 ОВ. ОК могут выпускаться емкостью до 288 ОВ. Ряд кабельных заводов освоили конструкции ОК с одномодульным оптическим сердечником в виде полимерной трубки с ОВ, выполняющей роль центрального ОМ, внутри которой могут свободно размещаться от 2 до 48 ОВ. Эти конструкции ОК в соответствии с техническими условиями рассчитаны на допустимые растягивающие усилия до 20 кН.

По требованию заказчика кабельные заводы могут выпускать ОК с любыми механическими параметрами, но не хуже, чем указано в технических условиях.

Линейные ОК не должны иметь внутри оптического сердечника металлических элементов, чтобы не возникали дополнительные затраты на защиту от внешних электромагнитных воздействий.

Чтобы не удорожать и не усложнять техническую эксплуатацию конструкции ОК должны исключать необходимость их содержания под избыточным воздушным давлением.

ОК должны иметь сертификат соответствия Минсвязи России. Требования к коэффициенту затухания ОВ обусловлены необходимостью создания больших длин регенерационных участков для высокоскоростных ВОСП, стремлением уменьшить затраты как на строительство, эксплуатацию, так и в дальнейшем на реконструкцию линий.

ОК вне зависимости от условий применения должны выдерживать циклическую смену температур от низкой до высокой рабочей температуры.

Подвесные ОК должны быть стойкими к воздействию атмосферных осадков, соляного тумана, солнечного излучения (радиации). Подводные ОК должны выдерживать избыточное гидростатическое давление 70 МПа (при прокладке на береговых и морских участках) и 0,7 МПа (при прокладке на речных переходах и на глубоководных участках водоемов).

ОК должны иметь защиту от продольного распространения влаги.

ОК, предназначенные для прокладки внутри зданий, в коллекторах и тоннелях, должны иметь наружную оболочку из материала, не распространяющего горение.

Срок службы ОК должен быть не менее 25 лет. Конструкция ОК должна исключать применение специальных мер безопасности.

1.4. Конструкции, параметры, маркирование и кодовое обозначение ОК связи российского производства.

**ЗАО «ТРАНСВОК»** выпускает следующие виды волоконно-оптических кабелей:

по **ТУ 3587-002-45869304-98: ОКМС** – магистральный самонесущий диэлектрический для прокладки на опорах контактной сети и линий автоблокировки железных дорог, на опорах ЛЭП и ВЛС; **ОКМТ** – магистральный диэлектрический для прокладки в пластмассовый трубопровод; **ОКЗ** – внутризоновый с металлической ленточной гофрированной броней для прокладки в городской телефонной канализации, блоках, трубах, коллекторах, шахтах.

по **ТУ 3587-002-45869304-03: ОКБ** – магистральный с броней из стальных проволок, для прокладки в грунтах всех категорий, при пересечении рек и болот, в кабельной канализации, тоннелях, зданиях и мостах.

Маркообразование и кодовое обозначение:

**oc – abc – n1 / n2(d)e – i1(j1)/i2(j2)**

oc	Марка кабеля: <b>ОКМС, ОКМТ, ОКЗ, ОКБ</b>
a	Наружная (внешняя) оболочка: если не указано - полиэтиленовая оболочка; <b>В</b> - из поливинилхлоридного пластика; <b>Н</b> – не распространяющая горение; <b>ПТ</b> – трекингостойкая полиэтиленовая оболочка
b	Наружный (защитный) покров (броня): <b>А</b> – обмотка из арамидных нитей; <b>С</b> – броня из стальной гофрированной ленты; <b>Б</b> – броня из круглой стальной проволоки; <b>Бу</b> – броня из круглой стальной проволоки усиленная
c	Внутренняя оболочка: если не указано – полиэтиленовая оболочка; <b>П</b> – полиамидная; <b>Л</b> – полиэтиленовая оболочка с алюминированной фольгой
n1/n2	Число оптических/заполняющих модулей (общее число модулей в кабеле 6 или 8). Число ОВ в одном модуле, шт.: 2; 4; 6; 8; 10; 12
d	Наружный номинальный диаметр оптических и заполняющих модулей: указывается в скобках – (2,0); (2,4); (3,0) мм
e	ЦСЭ: <b>Сп</b> – стеклопластиковый пруток; <b>Т</b> – стальной трос в полимерной оболочке
i1(j1)/i2(j2)	Число ОВ одного/другого типа в кабеле. Тип волокна указывается в скобках после числа волокон данного типа в кабеле. <b>2 – 144</b> (четное число) – общее число ОВ в кабеле. Одномодовое ОВ, соответствующее рекомендациям ИТУ-Т: <b>(1)</b> – G.651; <b>(2)</b> – G.652; <b>(5)</b> – G.655

**Пример обозначения кабеля:**

**ОКМС – А – 4/2(2,4)СП – 8(2)/8(5) – «8 кН» ТУ 3587 – 002 – 45869304 – 98**

Оптический кабель диэлектрический самонесущий с наружной (внешней) оболочкой из полиэтилена, с наружными (защитными) покровами из арамидных нитей, внутренней оболочкой из полиэтилена; четыре оптических и два заполняющих модуля с номинальным наружным диаметром – 2,4 мм, скрученных вокруг стеклопластикового прутка; 8 стандартных одномодовых ОВ, соответствующих рекомендации ITU–T G.652 и 8 одномодовых ОВ с ненулевой смещенной дисперсией, соответствующих рекомендации ITU–T G.655; допустимое растягивающее усилие – «8 кН». Основные технические характеристики приведены в табл. 4.

Таблица 4

Марка кабеля	Наружный диаметр, мм	Расчетная масса, кг/км
ОКЗ	12,7 – 19,8	182 – 349
ОКМС	12,7 – 17,6	122 – 250
ОКМТ	12,5 – 17,0	120 – 242
ОКБ	14,1 – 29,0	325 – 2 460

Строительная длина кабелей марки **ОКМС**, **ОКМТ** и **ОКБ** составляет не менее 4,0 км, **ОКЗ** – не менее 2,0 км. Все кабели имеют срок службы не менее 30 лет.

Internet: <http://www.transvoc.ru>

**СП ЗАО «МОСКАБЕЛЬ – ФУДЖИКУРА»** выпускает ОК по **ТУ 16.К87-001-00**.

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Марка кабеля определяется элементами конструкции, назначением и условиями прокладки. Стандартное кодовое обозначение ОК различных марок содержит от 5 до 7 индексов, которые несут информацию о назначении ОК, месте его на сети, условиях прокладки и конструктивных особенностях. В структуре кодового обозначения индексы, образующие марку кабеля, соответствуют первой позиции. Всего позиций шесть:

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

1	Марка кабеля: <b>ОМЗКГМН</b> : <b>О</b> – оптический кабель, <b>М</b> – магистральный, <b>З</b> – зонный, <b>К</b> – канализация, <b>Г</b> – грунт, <b>М</b> – многомодульной конструкции (до 12 ОВ в каждом), <b>Н</b> – негорючая оболочка; <b>ОМЗКГЦ</b> : <b>Ц</b> – одномодульной конструкции с центральной трубкой (от 4 до 24 ОВ); <b>ОКСТМ</b> : <b>ОК</b> – оптический кабель, <b>СТ</b> – стальная гофрированная оболочка, <b>М</b> – многомодульной конструкции; <b>ОКСТЦ</b> : <b>Ц</b> – одномодульной конструкции с центральной трубкой; <b>ОККТМ</b> : <b>К</b> – канализация, <b>Т</b> – трубы пластмассовые, <b>М</b> – многомодульной конструкции; <b>ОККТЦ</b> : <b>Ц</b> – одномодульной конструкции с центральной трубкой; <b>ОКСНМ</b> : <b>С</b> – самонесущий, <b>Н</b> – неметаллический, <b>М</b> – многомодульной конструкции; <b>ОКПМ</b> : <b>П</b> – подвеска с помощью периферийного силового элемента – стального троса на столбах освещения и связи (в сечении – цифра 8)
2	Диаметр модового поля, сердцевины: <b>10</b> – для одномодового ОВ со смещенной дисперсией; <b>9,5</b> – для одномодового ОВ с ненулевой смещенной дисперсией; <b>50</b> – для многомодового ОВ; <b>62,5</b> – для многомодового ОВ
3	Номер разработки: для кабелей с индексом <b>М</b> и <b>МН</b> : <b>01</b> – ЦСЭ из стеклопластика; <b>02</b> – ЦСЭ из стального троса; <b>03</b> – ЦСЭ из стальной проволоки
4	Коэффициент затухания: <b>0,22 дБ/км</b> на $\lambda=1550$ нм; <b>0,35 дБ/км</b> на $\lambda=1310$ нм
5	Количество ОВ в кабеле: от <b>4</b> до <b>144</b>
6	Допустимое растягивающее усилие, кН, указывается в скобках

**Пример обозначения кабеля:**

**ОМЗКГМ – 10 – 01 – 0,22 – 32 – (7,0) ТУ 16.К87 – 001 – 00**

Кабель оптический магистральный и внутризонный для прокладки в кабельной канализации, в грунтах всех групп, кроме подверженных мерзлотным деформациям, трубах, блоках, коллекторах на мостах и в шахтах, через неглубокие болота и несудоходные реки; с многомодульным оптическим сердечником трубчатого типа; 4 ОМ скручены вместе с корделем заполнения вокруг ЦСЭ из стеклопластикового стержня; 8 одномодовых ОВ (Рек. G.652) в ОМ; коэффициент затухания 0,22 дБ/км на длине волны 1 550 нм; общее количество ОВ в ОК равно 32; наружная полиэтиленовая оболочка (ПЭ); броня из повива круглых стальных оцинкованных проволок; внутренняя ПЭ оболочка;

длительно допустимое статическое растягивающее усилие 7 кН. Основные технические характеристики приведены в табл. 5.

Таблица 5

Марка кабеля	Количество ОВ	Диаметр ОК, мм	Масса ОК, кг/км
ОМЗКГМ	4...96	12,9...20,8	258...859
ОМЗКГЦ	4...24	11,0...13,0	280...320
ОКСТМ	4...144	13,4...21,0	170...423
ОКСТЦ	4...24	11,2...13,9	134...203
ОККТМ	4...144	10,6...19,9	90...286
ОККТЦ	4...24	10,4...12,6	87...129
ОКСНМ	4...24	13,7...14,8	137...177

Строительная длина кабелей в зависимости от марки: 5,0 км или 6,0 км. Срок службы кабеля – не менее 25 лет.

Internet: <http://www.mk-f.ru>

**СП ЗАО «Самарская оптическая кабельная компания» (СОКК)** выпускает следующие виды волоконно-оптических кабелей:

по **ТУ 3587-001-43925010-98: ОКЛ** – для прокладки в трубах (в том числе методом задувки), коллекторах, кабельной канализации, в местах, не зараженных грызунами, а также внутри зданий и сооружений;

по **ТУ 3587-002-43925010-98: ОКЛСт** – для прокладки в легких грунтах, кабельной канализации, трубах (в том числе методом задувки), коллекторах, в местах зараженных грызунами, тоннелях, на мостах и эстакадах, в шахтах;

по **ТУ 3587-003-43925010-98: ОКЛК** – для прокладки в трубах, в шахтах и тоннелях, коллекторах, кабельной канализации, в грунтах всех категорий (в том числе подверженных мерзлотным деформациям), на мостах, через болота и водные переходы;

по **ТУ 3587-005-43925010-98: ОКЛЖ** – для подвески на опорах ЛЭП, контактной сети железных дорог, ВЛС, а также для прокладки в трубах, на лотках и эстакадах.

Маркообразование и кодовое обозначение:

**XXXX –(X)– а – б – в – г/д – е/ж – з/и – к – (xx)**

XXXX	Марка кабеля: ОКЛ, ОКЛСт, ОКЛК, ОКЛЖ
(X)	Особенность наружной оболочки: <b>Н</b> – с оболочкой, не распространяющей горение; <b>Т</b> – с оболочкой из трекинговой полиэтилена
а	Характеристика ЦСЭ: <b>01</b> – неметаллический; <b>02</b> – стальной в пластмассовой оболочке
б	Количество элементов в повиве оптического сердечника: <b>4, 5, 6, 8, 12</b>
в	Количество ОВ в кабеле: от <b>4</b> до <b>144</b>
г/д	Тип ОВ: диаметр сердцевины ОВ, мкм/диаметр отражающей оболочки, мкм; использование ОВ в соответствии с Рекомендациями G.651, G.652, G.655
е/ж	Значение максимального коэффициента затухания, дБ/км: на длине волны 1,31 мкм / на длине волны 1,55 мкм
з/и	Значение хроматической дисперсии, пс/(нм · км): на длине волны 1,31 мкм / на длине волны 1,55 мкм
к	Значение допустимой растягивающей нагрузки, кН
(xx)	Дополнительная информация, например: АлПЭ – кабель, содержащий алюмополиэтиленовую оболочку; (усиленный) – например, модификации кабелей с повышенной стойкостью к раздавливающим нагрузкам (от 7,5 до 10,0 кН/10 см); (облегченный) – например, модификация кабеля типа ОКЛСт без внутренней ПЭ оболочки, модификация кабеля типа ОКЛК с бронепроволоками меньшего диаметра; (зпт) – для защитных ПЭ труб; (д) – диэлектрический, например, модификация кабеля типа ОКЛК с броней из стеклопластиковых стержней; применение водоблокирующих нитей, лент: применение вспарывающих кордов и т.д.

**Пример обозначения кабеля:**

**ОКЛСт – Н – 02 – 6 – 32 – 10/125 – 0,36/0,22 – 3,5/18 – 2,7**

ОК имеет внутреннюю пластмассовую оболочку, металлическую оболочку (броню) в виде стальной гофрированной ленты, наружную пластмассовую оболочку из материала не распространяющего горение и оптический сердечник с ЦСЭ из стального троса в пластмассовой оболочке, вокруг которого скручены 6 элементов (ОМ и кордели заполнения); 32 стан-

дартных одномодовых волокна; коэффициент затухания не более 0,36 дБ/км на длине волны 1,31 мкм и дисперсия 3,5 пс/(нм·км), коэффициент затухания 0,22 дБ/км на длине волны 1,55 мкм и дисперсия 18 пс/(нм·км); допустимое растягивающее усилие кабеля 2,7 кН.

Строительная длина кабелей марки **ОКЛ–Н, ОКЛ, ОКЛСт, ОКЛЖ** от 1 до 6 км, кабеля марки **ОКЛК** – от 1 до 4 км. Все кабели имеют срок службы не менее 25 лет.

Internet: <http://www.soccom.ru>

**СП ЗАО «ОФС Связьстрой – 1», Волоконно–оптическая кабельная компания (ВОКК)** выпускает следующие виды волоконно-оптических кабелей:

по **ТУ 3587-001-51702873-00**: ДКП, ДКН, ДКПа, СКП, СКН, СКПа – кабели оптические, бронированные стальными проволоками;

по **ТУ 3587-002-51702873-00**: ДБП, СБП, ДБН, СБН, ДБПа, СБПа, ДБНа, СБНа, ДБПп, СБПп, ДБНп, СБНп, ДБПс, СБПс, ДБНс, СБНс – кабели оптические, бронированные стальной гофрированной лентой;

по **ТУ 3587-003-51702873-00**: ДП, СП, ДПа, СПа, ДПб, СПб, ДН, СН, ДНа, СНа, ДНб, СНб – кабели оптические для прокладки в специальных трубах;

по **ТУ 3587-004-51702873-00**: ДС – кабели оптические самонесущие;

по **ТУ 3587-005-51702873-00**: ДТ – кабели оптические подвесные с встроенным несущим тросом.

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Марка ОК, бронированных стальными проволоками и стальной лентой, определяется конструкцией ЦСЭ, брони, наружной оболочки и состоит из 3 соответствующих им индексов (первая, вторая и третья позиции), кодовое обозначение содержит 7 позиций. Кодовое обозначение марки подвесных ОК самонесущих и с несущим тросом, также как и ОК для прокладки в специальных трубах, содержит 6 позиций.

**X1 – X2 – X3 – X4 – X5 – X6 – X7**

<b>X1</b>	Тип ЦСЭ: <b>Д</b> – диэлектрический; <b>С</b> – стальной
<b>X2</b>	Тип брони (только для бронированных кабелей): <b>Б</b> – броня из стальной гофрированной ленты; <b>К</b> – круглые стальные проволоки
<b>X3</b>	Тип наружной защитной оболочки кабеля: <b>П</b> – полиэтилен; <b>Н</b> – полимерный материал, не распространяющий горение; <b>Пп</b> – полиэтилен с повивом из стальных проволок в качестве дополнительного силового элемента; <b>Нп</b> – полимерный материал, не распространяющий горение, с повивом из стальных проволок в качестве дополнительного силового элемента; <b>Пс</b> – полиэтилен, армированный стальными проволоками; <b>Нс</b> – полимерный материал, не распространяющий горение, армированный стальными проволоками; <b>Па</b> – полиэтилен с дополнительной алюминиевой оболочкой; <b>На</b> – полимерный материал, не распространяющий горение, с дополнительной алюминиевой оболочкой; <b>Пб</b> – полиэтилен с оболочкой из стальной гофрированной ленты; <b>Нб</b> – полимерный материал, не распространяющий горение, с оболочкой из стальной гофрированной ленты. Для кабелей марки <b>ДС, ДТ</b> : <b>С</b> – самонесущий; <b>Т</b> – со встроенным несущим тросом
<b>X4</b>	Маркоразмер кабеля: величина, характеризующая устойчивость кабеля к воздействию растягивающих нагрузок: <b>03, 07, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 80</b>
<b>X5</b>	Тип применяемого ОВ: <b>0</b> – многомодовое ОВ с диаметром сердцевины 62,5 мкм; <b>1</b> – многомодовое ОВ (Рек. МСЭ-Т G.651); <b>2</b> – одномодовое ОВ (Рек.МСЭ-Т G.652); <b>3</b> – одномодовое ОВ (Рек. МСЭ-Т G.653); <b>4</b> – одномодовое ОВ (Рек.МСЭ-Т G.654); <b>5</b> – одномодовое ОВ (Рек. МСЭ-Т G.655); <b>6</b> – одномодовое ОВ AllWave с рабочим диапазоном длин волн 1275...1620 нм (Рек. МСЭ-Т G.652); <b>7</b> – различные типы ОВ в одном кабеле.
<b>X6</b>	Количество ОМ в кабеле: от <b>5</b> до <b>12</b>
<b>X7</b>	Количество ОВ в кабеле: от <b>2</b> до <b>144</b>

**Пример обозначения кабеля:**

**ДБП–15–2–6/12 ТУ 3587-001-51702873-00**

Кабель оптический, бронированный стальной гофрированной лентой с диэлектрическим ЦСЭ; с наружной ПЭ оболочкой; длительно допустимое растягивающее статическое усилие 1,5 кН; одномодовое ОВ с длиной волны нулевой дисперсии около 1310 нм (Рек. G.652); с 6 элементами в повиве оптического сердечника; с общим количеством ОВ в ОК, равным 12. Строительная длина ОК составляет 4 км.

Internet: <http://www.ofssvs1.ru>

**ЗАО «ОКС 01»** выпускает ОК по ТУ 3587-001-56318613-2002.

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Марка ОК определяется конструкцией трех элементов: оптического сердечника, внутренней оболочки и наружных покровов. Соответствующие им индексы занимают в кодовом обозначении ОК первую, вторую и третью позиции. Полное кодовое обозначение марок ОК содержит до 58 позиций: **X1, ..., X58**. В позициях **X4, X11, X14, X23, X25, X57** всегда ставится тире. В позициях **X19, X32, X37, X42, X47, X52** всегда ставится наклонная линия. В позиции **X27** всегда ставится двоеточие.

**X1X2X3 – X5X6X7X8X9X10 – X12X13 –  
–X15X16X17X18/X20X21X22 – X24 – X26:**

<b>X1</b>	Тип сердечника: <b>Д</b> – модульный, с диэлектрическим центральным элементом; <b>О</b> – трубчатый (центральный модуль)
<b>X2</b>	Тип внутренней оболочки (кроме кабелей ОПС): <b>А</b> – алюмополиэтиленовая; <b>П</b> – полиэтиленовая
<b>X3</b>	Тип внешних покровов: <b>О</b> – без дополнительных внешних покровов; <b>Л</b> – с гофрированной продольно наложенной стальной лентой и ПЭ оболочкой; <b>С</b> – с однослойной броней из стальных проволок и ПЭ оболочкой; <b>У</b> – с однослойной броней из стальных проволок с повышенной стойкостью к растягивающим усилиям и ПЭ оболочкой; <b>М</b> – с однослойной броней из стеклопластиковых стержней и ПЭ оболочкой; <b>2</b> – с двухслойной броней из стальных проволок и ПЭ оболочкой; <b>Т</b> – с силовыми элементами из высокомодульных пряжей или профильных элементов на основе стеклонитей и ПЭ оболочкой
<b>X5</b> <b>+</b> <b>X7</b>	Число ОВ в кабеле: от <b>002</b> до <b>288</b> (только четные значения), для кабелей с трубчатым сердечником от 4-х до 24-х ОВ и от 2-х до 22-х при комбинации ОВ
<b>X8</b>	Тип ОВ: <b>Е</b> – одномодовое стандартное; <b>С</b> – одномодовое с отрицательной ненулевой смещенной дисперсией; <b>Н</b> – одномодовое с ненулевой смещенной дисперсией; <b>А</b> – одномодовое с расширенной рабочей полосой волн; <b>М</b> – многомодовое с соотношением диаметров сердцевины и оболочки – 50/125 мкм; <b>В</b> – многомодовое с соотношением диаметров сердцевины и оболочки – 62,5/123 мкм; <b>К</b> – комбинация различных типов ОВ
<b>X9</b> <b>X10</b>	Максимальное число ОВ в модуле, пучке: 02, 04, 06, 08, 10, 12, 16, 20, 24

<b>X12</b> <b>X13</b>	Число элементов в сердечнике модульной конструкции (от <b>04</b> до <b>12</b> ) или число пучков в трубчатой конструкции (от <b>01</b> до <b>02</b> )
<b>X15</b> <b>+</b> <b>X18</b>	Допустимое статическое растягивающее усилие, кН: ДПО, ДАО, ДПЛ – <b>1,5÷5,0</b> ; ОПС, ДПС, ДАС, ОАС, ДАУ – <b>4,0÷20,0</b> ; ДП2, ДА2, ОА2, ДАУ – <b>20,0÷80,0</b> ; ДПТ, ДПМ – <b>5,0÷35,0</b>
<b>X20</b> <b>+</b> <b>X22</b>	Допустимое раздавливающее усилие, кН/см: ДПО, ДАО, ДПЛ – <b>0,4+0,7</b> ; ОПС, ДПС, ДАС, ОАС, ДПТ, ДПМ – <b>0,4+1,0</b> ; ДП2, ДА2, ОА2, ДАУ – <b>1,0</b>
<b>X24</b>	Температурный диапазон эксплуатации ОК: для кабелей, эксплуатируемых на открытом воздухе от <b>-60</b> до <b>+70°C</b>
<b>X26</b>	Тип наружной ПЭ оболочки: <b>Н</b> – наружная оболочка в исполнении, не распространяющем горение

**Пример обозначения кабеля:** ДАС – 048Е12 – 06 – 7,0/0,6

Кабель с многомодульным оптическим сердечником, диэлектрическим ЦСЭ, алюмополиэтиленовой внутренней оболочкой, на которую наложены однослойная броня из стальных оцинкованных проволок и наружной ПЭ оболочкой; 48 одномодовых ОВ; оптический сердечник – в виде повива из 6 элементов; 4 ОМ по 12 ОВ в каждом и 2 корделя заполнения; статическое растягивающее усилие 7,0 кН; раздавливающее усилие 0,6 кН/см; для прокладки в грунт.

Строительная длина ОК не менее 2,0 км.

Internet: <http://www.ocs01.ru>

**ООО «Оптен»** выпускает ОК по ТУ 3587-009-48973982-2000.

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Марка ОК определяется конструкцией ЦСЭ, внутренней оболочки и наружным покровом. Соответствующие им индексы занимают в кодовом обозначении ОК пятую, шестую и седьмую позиции. Полное кодовое обозначение марок ОК содержит до 57 позиций: **X1, ..., X57**. В позициях **X1, X2, X3** всегда ставятся буквы **ОПН** – сокращенное обозначение производителя «Оптен». В позициях **X4, X8, X11, X18, X23, X26** – всегда ставится тире. В позициях **X33, X38, X43, X53** – всегда ставится наклонная черта. В позиции **X28** всегда ставится знак двоеточие.

**ОПН – X5X6X7 – X9X10 – X12X13X14X15X16X17 –  
–X19X20X21X22 – X24X25 – X27:**

<b>X1X2X3</b>	Фирма-изготовитель «Оптен»
<b>X5</b>	Тип ЦСЭ: Д – диэлектрический; С – стальной; Т – трубчатый сердечник
<b>X6</b>	Тип внутренней оболочки: П – полиэтиленовая; В – из материала повышенной теплостойкости; Н – из материала, не распространяющего горение; Г – из галогеносодержащего материала, не распространяющего горение; А – двухслойная: водоблокирующий слой из алюминиевой ленты с полимерным покрытием и слой из полиэтилена; О – без внутренней оболочки
<b>X7</b>	Тип наружного (защитного) покрова: С – однослойная броня из стальных проволок и наружная П оболочка; Н – та же броня и наружная Н оболочка; Г – та же броня и наружная Г оболочка; М – несущие силовые элементы из диэлектрических стержней и наружная П оболочка; К – несущие силовые элементы из диэлектрических стержней и наружная оболочка из дугостойкого материала; 2 – двухслойная броня из стальных проволок и наружная П оболочка; Т – несущие силовые элементы из арамидных прядей и наружная П оболочка; Р – несущие силовые элементы из арамидных прядей и наружная оболочка из дугостойкого материала; О – без защитного покрова
<b>X9X10</b>	Количество элементов в повиве оптического сердечника (ОМ, кордели заполнения, медные жилы): - от 01 до 12 в зависимости от марки кабеля
<b>X12÷X14</b>	Количество ОВ в кабеле: многомодульный оптический сердечник – от 002 до 144; одномодульный – от 002 до 016
<b>X15</b>	Тип ОВ: Е – стандартное одномодовое; С – одномодовое со смещенной дисперсией; Н – одномодовое с ненулевой смещенной дисперсией; А – с расширенной рабочей полосой волн; Г – многомодовое градиентное (Ø сердцевины 50 мкм); М – многомодовое градиентное (Ø сердцевины 62,5 мкм); X – комбинация ОВ различных типов
<b>X16X17</b>	Максимальное количество ОВ в ОМ: многомодульный оптический сердечник – от 02 до 12; одномодульный – от 02 до 16
<b>X19÷X22</b>	Длительно допустимое растягивающее усилие, кН: ДПО, СПО, ДНО, СНО, ДГО, СГО, ДВО – 0,1÷6,0; ТОС, ТОН, ТОГ – 3,0÷12,0; ДПС, СПС, ДПН, СПН, ДПГ, СПГ, ДАС, САС – 3,0÷80,0; ДА2 – 20,0÷80,0; ДОМ, ДПМ, ДОК, ДПК, ДОТ, ЛПТ ЛПР – 1,5÷35,0

**Пример обозначения кабеля:**

**ОПН-ДПС-06-012X06-7,0-М4-Х:006Е/006М**

Кабель с допустимым растягивающим усилием 7,0 кН; 12 ОВ (6 одномодовых и 6 многомодовых градиентных - Ø 62,5 мкм); диэлектрический ЦСЭ, вокруг которого наложен повив из 2 ОМ и 4 медных жил.

Internet: <http://www.opten.spb.ru>.

**ЗАО «Сарансккабель – Оптика»** выпускает ОК по ТУ 16.К117-001-2001.

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Марка ОК определяется конструкцией брони. Стандартное обозначение марки состоит минимум из 3, максимум из 5 индексов. В кодовом обозначении эти индексы соответствуют первой и второй позициям. Первой позиции всегда соответствует индекс «ОК», означающий «Оптический кабель», второй – тип брони. Если поверх оптического сердечника применяется алюмополиэтиленовая пленка, в марке ОК во второй позиции добавляется символ «А», а когда поверх брони применяется поливинилхлоридная (ПВХ) оболочка или из другого пластмассового материала, не распространяющего горение, добавляется символ «НГ».

Стандартное кодовое обозначение марок ОК содержит четыре позиции:

**1 2 3 4**

<b>1</b>	<b>ОК</b> – оптический кабель
<b>2</b>	Тип брони: Г – броня отсутствует, ПЭ оболочка; ГНГ – броня отсутствует, ПВХ оболочка или из другой пластмассы, не распространяющей горение; Л – броня из гофрированной стальной ленты, наружная ПЭ оболочка; ЛНГ – то же, но наружная ПВХ оболочка или из другой пластмассы, не распространяющей горение; Б – броня из повива тонких стальных проволок, наружная ПЭ оболочка; БНГ – то же, но ПВХ оболочка или из другой пластмассы, не распространяющей горение; Д – броня из двух повивов стальных оцинкованных проволок, наружная ПЭ оболочка; Т – трос самонесущий; К – обмотка высоко-модульными арамидными нитями, наружная ПЭ оболочка
<b>3</b>	Тип ОВ: 0,22 – стандартное одномодовое (Рек.МСЭ-Т G.652); 0,22с – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.653); 0,7 – многомодовое градиентное (Рек. МСЭ-Т G.651)
<b>4</b>	Количество ОВ определенного типа: от 2 до 72 ОВ

Все кабели имеют многомодульный оптический сердечник с ОМ трубчатого типа, внутри которого располагаются от одного до шести ОВ. ЦСЭ: стержень круглого сечения из стеклопластика или стальной трос из стальной проволоки круглого сечения. Повив сердечника содержит ОМ и кордели заполнения (при необходимости). Все свободное пространство внутри кабеля заполнено гидрофобным компаундом.

**Пример обозначения кабеля: ОКБНГ –0,22–6**

**ТУ 16.К117-001-2001**

Кабель оптический с броней из стальных оцинкованных проволок; наружная ПВХ оболочка или из другого материала, не распространяющего горение; стандартные одномодовые ОВ; коэффициент затухания ОВ на длине волны 1 550 нм не более 0,22 дБ/км; 6 ОВ. Основные технические характеристики оптических кабелей приведены в табл. 6.

Таблица 6

Марка ОК	Допустимое растягивающее усилие, кН	Стойкость к раздавливающим усилиям, кН/см	Наружный диаметр, мм	Масса 1 км кабеля, кг
ОКЛ	3,0	0,5	14,8	220
ОКГ	3,0	0,5	10,4	110
ОКБ	7,0	1,0	15,8	550
ОКК	до 20,0	0,5	14,8	190
ОКТ	10,0			
ОКД	80,0	1,0		1 500

Рабочий диапазон температур: от - 40 до +60°С – кроме подвесных; от -60 до +70°С – подвесные ОК. Строительная длина: от 1 000 до 6 000 м (с интервалом 500 м).

Internet: <http://www.sarko.ru>

**ОАО «Севкабель», ЗАО «Севкабель – Оптик»** выпускают ОК соответственно по **ТУ 3587-007-05755714-98** и **ТУ 3587-106-23151983-98**.

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Марка ОК определяется конструкцией трех элементов: ЦСЭ, внутренней

оболочки и наружного покрова. Обозначение марки состоит из 3 индексов. В кодовом обозначении ОК эти индексы соответствуют пятой, шестой и седьмой позициям.

Стандартное кодовое обозначение марок ОК содержит четырнадцать позиций **X1, ..., X14**, которые при необходимости могут быть дополнены еще шестью позициями **X15, ..., X20**. В позициях **X1, X2, X3** всегда ставятся буквы **СЕВ** – сокращенное обозначение производителя «Севкабель», или **СКО** – сокращенное обозначение производителя ЗАО «Севкабель-Оптик». В позициях **X4, X8, X15, X18** – всегда ставится тире.

**X1X2X3 - X5X6X7 - X9X10X11X12X13X14 - X16X17 - X19X20**

<b>X1X2X3</b>	Фирма-изготовитель: <b>СЕВ</b> или <b>СКО</b>
<b>X5</b>	Тип ЦСЭ: <b>Д</b> – диэлектрический; <b>О</b> – одномодульный оптический сердечник трубчатого типа
<b>X6</b>	Тип внутренней оболочки: <b>А</b> – алюмополиэтиленовая; <b>П</b> – полиэтиленовая; <b>Н</b> – из пластмассы, не распространяющей горение
<b>X7</b>	Тип наружного покрова: <b>О</b> – наружный покров отсутствует; <b>Л</b> – броня из гофрированной стальной ленты, наружная <b>П</b> оболочка; <b>Н</b> – броня из гофрированной стальной ленты, наружная оболочка из пластмассы, не распространяющей горение; <b>С</b> – однослойная броня из стальных проволок, наружная <b>П</b> оболочка; <b>У</b> – то же, что и <b>С</b> , но с усиленной броней; <b>2</b> – двухслойная броня из стальных проволок, наружная <b>П</b> оболочка; <b>М</b> – броня из диэлектрических стержней, наружная <b>П</b> оболочка; <b>Т</b> – диэлектрические периферийные силовые элементы, наружная <b>П</b> оболочка
<b>X9÷X11</b>	Количество ОВ в кабеле: от <b>2</b> до <b>144</b>
<b>X12</b>	Тип ОВ: стандартное одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.652); одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.653); одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.655); многомодовое градиентное (Рек. МСЭ-Т G.651)
<b>X13X14</b>	Максимальное количество ОВ в ОМ или пучке: от <b>2</b> до <b>12</b>
<b>X16X17</b>	Количество элементов в повиве оптического сердечника: от <b>4</b> до <b>12</b> элементов - ОМ, корделей заполнения и медных жил (при необходимости)
<b>X19X20</b>	Количество медных жил в <b>П</b> изоляции с диаметром равным диаметру ОМ (Ø медной жилы 1,2 мм, толщина <b>П</b> изоляции – 0,4 мм): <b>2, 4, 8</b>

Все марки кабелей, кроме кабелей марок ОПС, ОПУ имеют многомодульный оптический сердечник, в центре которого расположен ЦСЭ круглого сечения из стеклопластика и повив из ОМ трубчатого типа, корделей заполнения и медных жил в ПЭ изоляции (при необходимости) вокруг ЦСЭ. Кабели марок ОПС и ОПУ имеют одномодульный оптический сердечник с центральным ОМ трубчатого типа. Свободное внутреннее пространство кабеля заполнено гидрофобным компаундом.

**Пример обозначения кабеля:**

**СЕВ – ДАС – 036Е06 – 06 ТУ 3587-007-05755714-98 («Сев-кабель»)**

**СКО – ДАС – 036Е06 – 06 ТУ 3587-106-23151983-98 («Севкабель – Оптик»)**

Кабель содержит 36 стандартных одномодовых ОВ; диэлектрический центральный элемент, вокруг которого наложен повив их 6 ОМ (по 6 ОВ в каждом); водоблокирующая и алюмополиэтиленовая лента; промежуточная ПЭ оболочка; наружный покров из однослойной брони (стальные оцинкованные проволоки); наружная черная ПЭ оболочка с маркировкой.

**ООО «Эликс–кабель» выпускает ОК по ТУ3574-006-001-450.628-2-99:**

кабели связи со свободно уложенными ОВ;

кабели связи с ОВ в плотном буферном покрытии.

*1. Кабели связи со свободно уложенными ОВ*

**Маркообразование и кодовое обозначение:** В кодовом обозначении ОК 3 индекса марки ОК занимают соответственно пятую, шестую и седьмую позиции и определяют соответственно конструкцию ЦСЭ, внутренней оболочки и наружных покровов. Стандартное обозначение марок ОК содержит 13 позиций **X1, ..., X13**, которые при необходимости могут быть дополнены еще восемью позициями **X14, ..., X21**. В позициях **X1X2X3** всегда ставятся буквы **ЭКБ**, указывающие на наименование фирмы-изготовителя кабеля. В позициях **X4, X8, X10, X14** всегда ставится тире.

**X1X2X3 – X5X6X7 – X9 – X11X12X13 – X15X16 – X18 – X20X21**

<b>X1X2X3</b>	<b>ЭКБ</b> – Фирма изготовитель «Эликс–кабель»
<b>X5</b>	Тип ЦСЭ: <b>Д</b> – диэлектрический; <b>С</b> – стальной;
<b>X6</b>	Тип внутренней оболочки: <b>А</b> – два слоя: внутренний – алюмополиэтиленовая лента; внешний – сплошная ПЭ оболочка; <b>П</b> – сплошная ПЭ оболочка
<b>X7</b>	Тип наружного покрова: <b>О</b> – поверхность внутренней оболочки наружный покров отсутствует; <b>Л</b> – стальная гофрированная лента, наружная <b>П</b> оболочка; <b>С</b> – однослойная броня (повив) из стальных оцинкованных проволок, наружная <b>П</b> оболочка; <b>У</b> – то же, но с усиленной броней; <b>Д</b> – броня (повив) из диэлектрических круглых стержней, наружная <b>П</b> оболочка; <b>М</b> – то же, но с усиленной броней; <b>2</b> – двухслойная броня (повивы в два слоя) из стальных оцинкованных проволок, наружная <b>П</b> оболочка; <b>Т</b> – диэлектрические продольные периферийные силовые элементы, расположенные равномерно по окружности, выполненные в виде стеклопластиковых стержней или пучка синтетических нитей, наружная <b>П</b> оболочка
<b>X9</b>	Материал оболочки: при использовании в тоннелях и коллекторах кабель изготавливается в оболочке из полимера, не распространяющего горение и с низким дымовыделением. Обозначается индексом <b>Н</b>
<b>X11X12</b>	Количество ОВ в кабеле: от <b>2</b> до <b>96</b>
<b>X13</b>	Тип ОВ: одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.652); одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.653); многомодовое градиентное (Рек. МСЭ-Т G.651); многомодовое градиентное с диаметром сердцевины 62,5 мкм
<b>X15X16</b>	Количество элементов во внешнем повиве сердечника: <b>04, 06, 08, 12</b>
<b>X18</b>	Размер ОМ. Внутри ОМ располагаются от 2 до 8 ОВ. Диаметр ОМ: <b>2,0; 2,2; 2,5</b> мм
<b>X20X21</b>	Количество медных изолированных жил: <b>02, 04, 06, 08</b>

Применяется многомодульный оптический сердечник с ОМ трубчатого типа, в центре которого расположен ЦСЭ в виде круглого стеклопластикового стержня (или круглой стальной проволоки или троса), поверх которого может быть наложена пластмассовая оболочка, ОМ, кордели заполнения, медные жилы (при необходимости) скручиваются вокруг ЦСЭ.

**Пример обозначения кабеля:**

**ЭКБ–ДПС–Н–24Х–06– М2(Х:12Е+12М)**

Кабель содержит 24 ОВ двух типов – 12 стандартных одномодовых ОВ (Рек. МСЭ-Т G.652) и 12 многомодовых градиентных ОВ с диаметром сердцевин 50 мкм; диэлектрический ЦСЭ; ПЭ внутренняя оболочка; однослойная броня из круглых стальных проволок; наружная оболочка из материала, не распространяющего горение; 6 ОМ в повиве; 2 медные жилы в ПЭ изоляции. Строительная длина – в пределах от 2,0 км до 6,0 км.

## 2. Кабели связи с ОВ в плотном буферном исполнении

По своему назначению эти типы ОК являются внутриобъектовыми, распределительными и предназначены для прокладки и эксплуатации внутри зданий (так называемые, оптические LAN-кабели), для изготовления коммутационных и оконечных оптических шнуров. В основе кабелей лежит оптоволоконно в плотном буферном покрытии  $900 \pm 50$  мкм.

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Марка кабелей образуется из 3 или 4 индексов, и в кодовом обозначении соответствует второй позиции. Стандартное кодовое обозначение марки кабеля может включать в себя до девяти позиций, разделенных тире. Первая группа индексов всегда состоит из букв «ЭКБ» - наименование фирмы – производителя «Эликс – кабель» и занимает в кодовом обозначении первую позицию.

### ЭКБ – БСШ – Х1 – Х2 – Х3

<b>ЭКБ</b>	Фирма – производитель «Эликс – кабель»
<b>БСШ</b>	Марка кабеля: <b>БСШ</b> («Simplex»), <b>БДШ</b> («Duplex Zipcord»), <b>БДПШ</b> , <b>БДКШ</b>
<b>Х1</b>	Вариант конструкции: <b>2</b> – на основе кабеля БСШ $\varnothing$ 2,4 мм; <b>3</b> – то же $\varnothing$ 2,85 мм
<b>Х2</b>	Тип наружной оболочки: <b>Н</b> – не распространяющей горение; <b>Д</b> – не распространяющей горение и с низким дымовыделением. Цвет оболочки для кабелей с одномодовым ОВ – желтый, для многомодовых ОВ – оранжевый или серый (дополнительный цвет)
<b>Х3</b>	Тип ОВ: <b>Е</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.652); <b>С</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.653); <b>М</b> – многомодовое градиентное с $\varnothing$ сердцевин 50 мкм (Рек. МСЭ-Т G.651); <b>Г</b> – многомодовое градиентное с $\varnothing$ сердцевин 62,5 мкм

### Пример обозначения кабеля: ЭКБ–БДШЗ–Н–Е ТУ 3574-006-001-450.628-02-99

Кабель желтого цвета для изготовления двух волоконных коммутационных и оконечных оптических шнуров состоит из двух кабелей марок **ЭКБ–БСШЗ–Н–Е**, соединенных тонкой перемычкой и образующих плоскую (ленточную) структуру (но без общей оболочки); стандартное одномодовое ОВ (Рек. МСЭ-Т G.652) в каждом из кабелей, в плотном буферном покрытии; слой упрочняющих высокомодульных нитей Kevlar или Twaron вокруг ОВ; в оболочке из полимерного материала, не распространяющего горение, диаметром 2,85 мм.

### ЭКБ – БПР – Х1 – Х2Х3 – Х4

<b>ЭКБ</b>	Фирма – производитель «Эликс – кабель»
<b>БПР</b>	Марка кабеля: <b>БПР</b> («Distribution»)
<b>Х1</b>	Тип наружной оболочки: <b>Н</b> – не распространяющей горение; <b>Д</b> – не распространяющей горение и с низким дымовыделением. Цвет оболочки для кабелей с одномодовым ОВ – желтый, для многомодовых ОВ – красный
<b>Х2Х3</b>	Количество ОВ в кабеле: <b>02, 04, 06, 08, 12</b> волокон в буферном покрытии под общей оболочкой (пучек); слой упрочняющих высокомодульных нитей
<b>Х4</b>	Тип ОВ: <b>Е</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.652); <b>С</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.653); <b>М</b> – многомодовое градиентное с $\varnothing$ сердцевин 50 мкм (Рек. МСЭ-Т G.651); <b>Г</b> – многомодовое градиентное с $\varnothing$ сердцевин 62,5 мкм

### Пример обозначения кабеля: ЭКБ – БПР – Н – 08Е ТУ 3574-006-001-450.628-02-99

Кабель распределительный желтого цвета содержит пучок из 8 стандартных одномодовых ОВ (Рек. МСЭ-Т G.652), в буферном покрытии, под общей наружной оболочкой из полимерного материала, не распространяющего горение; имеется слой упрочняющих высокомодульных нитей.

Internet: <http://www.elixcable.ru>

### ЭКБ – БПСР – Х1 – Х2Х3 – Х4Х5 – Х6Х7Х8 Х9

<b>ЭКБ</b>	Фирма - производитель «Эликс – кабель»
<b>БПСР</b>	Марка кабеля: <b>БПСР</b>
<b>X1</b>	Тип наружной оболочки: <b>Н</b> – не распространяющей горение; <b>Д</b> – не распространяющей горение и с низким дымо-выделением
<b>X2X3</b>	Количество элементов в повиве оптического сердечника (ОМ и корделей заполнения): <b>04, 06, 08, 12</b>
<b>X4X5</b>	Количество ОВ в ОМ: <b>02, 04, 06, 08, 12</b>
<b>X6X7X8</b>	Количество ОВ типа X9 в кабеле: от <b>002</b> до <b>144</b>
<b>X9</b>	Тип ОВ: <b>Е</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.652); <b>С</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.653); <b>М</b> – многомодовое градиентное с Ø сердцевины 50 мкм (Рек. МСЭ-Т G.651); <b>Г</b> – многомодовое градиентное с Ø сердцевины 62,5 мкм; <b>Х</b> – ОВ разных типов в одном кабеле. В последнем случае добавляется дополнительный код вида (X: a1a2a3E+a4a5a6C+a7a8a9M+a10a11a12Г), где E, C, M и Г – типы ОВ; a1a2a3, a4a5a6, a7a8a9, a10a11a12 – количество ОВ соответствующих типов в кабеле (в трехзначной записи)

**Пример обозначения кабеля:**

**ЭКБ–БПСР–Д–12–08–080X(X:032E+016C+016M+016Г)  
ТУ 3574-006-001-450.628-02-99**

Кабель распределительный для прокладки внутри помещений с диэлектрическим ЦСЭ из стеклопластика, повивом из 10 ОМ, представляющих собой по конструкции кабель марки БПР, каждый из которых содержит по 8 ОВ в буферном покрытии, имеет 2 корделя заполнения и наружную оболочку из полимерного материала, не распространяющего горение и с низким дымовыделением; в ОМ располагаются ОВ четырех разных типов: в четырех модулях – стандартные одномодовые ОВ (Рек. МСЭ-Т G.653), в двух модулях – одномодовые ОВ со смещенной дисперсией, в двух модулях – многомодовые градиентные ОВ (Рек. МСЭ-Т G.651) и в двух модулях – многомодовые градиентные ОВ с диаметром сердцевины 62,5 мкм.

**ЭКБ – БМСР – X1 – X2 – X3X4 – X5X6 X7**

<b>ЭКБ</b>	Фирма - производитель «Эликс – кабель»
<b>БМСР</b>	Марка кабеля: <b>БМСР («Breakout»)</b>
<b>X1</b>	Вариант конструкции: <b>2</b> – на основе кабеля БСШ Ø 2,4 мм; <b>3</b> –то же Ø 2,85 мм
<b>X2</b>	Тип наружной оболочки: <b>Н</b> – не распространяющей горение; <b>Д</b> – не распространяющей горение и с низким дымо-выделением. Цвет оболочки для кабелей с одномодовым ОВ – желтый, для многомодовых ОВ – красный
<b>X3X4</b>	Количество элементов в повиве оптического сердечника (ОМ и корделей заполнения) в ОК: <b>04, 06, 08, 12</b> . В качестве ОМ – кабели БСШ
<b>X5X6</b>	Количество ОВ в кабеле: <b>02, 04, 06, 08, 12</b>
<b>X7</b>	Тип ОВ: <b>Е</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.652); <b>С</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.653); <b>М</b> – многомодовое градиентное с Ø сердцевины 50 мкм. Рек. МСЭ-Т G.651; <b>Г</b> – многомодовое градиентное с Ø сердцевины 62,5 мкм; <b>Х</b> – ОВ разных типов в одном кабеле. В последнем случае добавляется дополнительный код вида (X: a1a2a3E+a4a5a6C+a7a8a9M+a10a11a12Г), где E, C, M и Г – типы ОВ; a1a2a3, a4a5a6, a7a8a9, a10a11a12 – количество ОВ соответствующих типов в кабеле (в трехзначной записи)

**Пример обозначения кабеля: ЭКБ – БМСР2 – Д – 04 – 02Е**

Кабель желтого цвета с диэлектрическим ЦСЭ из круглого стеклопластикового стержня, повивом из 2 ОМ (кабели БСШ под общей оболочкой), диаметром 2 мм, содержащих по одному стандартному одномодовому ОВ (Рек. МСЭ-Т G.652) в буферном покрытии, 2 корделя заполнения, наружная оболочка из полимерного материала, не распространяющего горение и с низким дымовыделением.

**ЗАО НФ «Электропровод» выпускает ОК по ТУ 16.К12-16-97.**

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Структура кодового обозначения марок ОК строится по принципу последовательного описания конструкции ОК, начиная с наружной его части к внутренней, и включает 18 позиций. Позиции **4** и **17** соответствуют индексу «/», который означает дробь. Через дробь отделяются: внешние силовые элементы; диаметр ОМ и диаметр дополнительной оболочки ОВ; комбинации ОВ раз-

ных типов; значения коэффициентов затухания ОВ на разных длинах волн, либо комбинации ОВ разных типов; служебные жилы. Позиции **6, 11, 13** и **15** соответствуют тире, которым разделяются: типы наружных покровов или внешних силовых элементов от типа оптического сердечника; типы ОВ от величин их параметров; от количества ОВ в кабеле. Конструктивные элементы, собственно образующие марку кабелей, в структуре кодового обозначения соответствуют пяти позициям: **2, 3, 5, 7** и **10**.

**1 2 3 / 5 – 7 8 9 10 – 12 – 14 – 16 / 18**

<b>1</b>	<b>ОК</b> – оптический кабель
<b>2</b>	Тип наружной оболочки: ПЭ оболочка или отсутствие оболочки в кодовом обозначении не указывается; <b>В</b> – оболочка из поливинилхлоридного пластика или другого полимерного материала; <b>Н</b> – ПЭ оболочка, не распространяющая горение
<b>3</b>	Тип брони: <b>С</b> – из стальной гофрированной ленты; <b>Б</b> – из круглых стальных проволок; <b>О</b> – в виде оплетки из стальных проволок; <b>А</b> – из арамидных нитей; <b>П</b> – из стеклопластиковых прутков
<b>5</b>	Тип внешнего силового элемента как дополнительного в подвесных кабелях: <b>Т</b> – трос стальной; <b>П</b> – стеклопластиковый пруток; <b>А</b> – арамидные нити
<b>7</b>	Тип оптического сердечника: <b>М</b> – многомодульный с ОМ трубчатого типа; <b>Т</b> – одномодульный с центральным ОМ трубчатого типа (от 2 до 24 ОВ)
<b>8</b>	Количество элементов оптического сердечника. Оптический сердечник формируется из повива ОМ и при необходимости изолированных медных жил и элементов заполнения. В повиве содержится от <b>3</b> до <b>12</b> элементов
<b>9</b>	Наружный номинальный диаметр ОМ или центральной трубки
<b>10</b>	Тип ЦСЭ (для многомодульного оптического сердечника): <b>Т</b> – трос стальной; <b>П</b> – стеклопластиковый стержень (пруток) круглого сечения. Поверх накладывается полимерная оболочка
<b>12</b>	Тип ОВ: <b>8</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.653); <b>10</b> – одномодовое (Рек. МСЭ-Т G.652); <b>50</b> – многомодовое градиентное (Рек. МСЭ-Т G.651) многомодовое градиентное с диаметром сердцевины <b>62,5</b>
<b>14</b>	Коэффициент затухания ОВ в кабеле
<b>16</b>	Предпочтительный ряд количества ОВ в кабеле: <b>1, 2, 3</b> от <b>4</b> до <b>144</b> шт. (четное число)
<b>18</b>	Количество служебных жил

**Пример обозначения кабеля:**

**ОКНС – М8(2,0)П – 50 – 1,0 – 32/4      ТУ 16.К12-16-97**

Кабель с оболочкой из полиэтилена, не распространяющего горение, с броней из стальной гофрированной ленты; сердечник модульного типа; промежуточная оболочка из полимерного материала; ЦСЭ из стеклопластикового прутка, вокруг которого скручено 8 элементов скрутки диаметром 2,0 мм, в том числе 4 служебные жилы и 4 ОМ с 32 многомодовыми ОВ с диаметром сердцевины 50 мкм; коэффициент затухания ОВ до 1,0 дБ/км на длине волны 1300 нм. Кабель городской, предназначен для прокладки в легких грунтах, кабельной канализации, трубах, коллекторах, на мостах и в кабельных шахтах. Рабочая температура – от -40°С до +50°С. Растягивающее усилие – 3,5 кН.

Строительная длина внутриобъектовых ОК не менее 300 м, а линейных – не менее 2 км.

**ЗАО «Яуза – кабель»** выпускает пять модификаций ОК по **ТУ 3587-005-42908892-2001**

**Маркообразование и кодовое обозначение:** Марка ОК содержит 5 индексов. Первые два, образующих аббревиатуру «ОК», означают «Оптический кабель», часть остальных несет информацию о конструктивных элементах кабеля. Марки ОК отличаются конструкцией и размером центрального ОМ, конструкцией брони и материалом наружной полимерной оболочки, что заложено в кодовом обозначении ОК. Первой позиции всегда соответствует марка кабеля «ОККСН».

**1 2 3 4 5**

<b>1</b>	Марка кабеля <b>ОККСН</b>
<b>2</b>	Модификация кабеля – <b>01; 02; 03; 04; 05</b>
<b>3</b>	Тип наружной оболочки: ПЭ оболочка в обозначении не указывается; <b>Н</b> – оболочка, не поддерживающая горение; <b>Г</b> – галогеносодержащая, не распространяющая горение
<b>4</b>	Количество ОВ в кабеле: от <b>2</b> до <b>32</b>
<b>5</b>	Тип ОВ: тип <b>Е</b> – стандартное одномодовое (Рек. G.652 МСЭ-Т); тип <b>С</b> – одномодовое со смещенной нулевой дисперсией (Рек. G.653 МСЭ-Т); тип <b>Н</b> – одномодовое с ненулевой смещенной дисперсией (Рек. G.655 МСЭ-Т); тип <b>А</b> – одномодовое с расширенной полосой частот; тип <b>Г</b> – многомодовое градиентное с диаметром сердцевины 50 мкм (Рек. G.651 МСЭ-Т); тип <b>М</b> – многомодовое градиентное с диаметром сердцевины 62,5 мкм

Применяется одномодульный оптический сердечник трубчатого типа. Он может содержать: до 24 ОВ – кабель марки ОККСН – 01, - 02, - 05; 2...8 ОВ кабеля марки ОККСН – 03; 1...4 пучка ОВ из 4...8 ОВ в каждом - кабель марки ОККСН – 04. ОВ (ОККСН – 03) или пучки (ОККСН – 04) помещены в тонкостенную оболочку из поликарбоната или иных пластмасс.

**Пример обозначения кабеля: ОККСН–01–8Е**

**ТУ 3587-005-42908892-2001**

ОК для прокладки и эксплуатации в кабельной канализации, трубах, на мостах и для подвески на опорах ВЛС; модификации 01; одномодульный оптический сердечник с центральным ОМ трубчатого типа; наружный покров (броня) из повива стальных оцинкованных жестких (не отоженных) проволок; наружная ПЭ оболочка; 8 стандартных одномодовых ОВ; все пустоты в ОК заполнены гидрофобным компаундом.

Рабочий диапазон температур – от - 40 до + 70°С. Растягивающее усилие – от 3,0 до 5,0 кН. Строительная длина ОК марок ОККСН – 01, - 03, - 05 не менее 2 км, ОК марок ОККСН – 02, - 04 не менее 4 км. Основные технические характеристики приведены в табл. 7.

Таблица 7

Марка кабеля	Максим. колич. ОВ	Диаметр модуля, мм	Броня: кол-во пров. × диам., мм	Диаметр по броне, мм	Диаметр ОК, мм	Расчетная масса, кг / км
ОККСН-01	2	1,8	9×0,8	3,4	5,6	56
	4	2,0	10×0,8	3,6	7,6	76
	8	2,2	11×0,8	3,8	7,8	82
ОККСН-02	12	2,5	12×0,8	4,1	8,1	89
	16	2,8	12×0,9	4,6	8,6	107
	24	3,0	12×1,0	5,0	9,0	133
ОККСН-05	4	2,0	6×5,6	5,6	9,6	168
	8	2,2	6×6,0	6,2	10,2	200
	12	2,5	6×6,2	6,8	10,8	215
	24	3,0	6×6,8	7,5	11,5	230

## 2. Комбинированные кабели для технологической связи и устройств СЦБ

В соответствии с техническими требованиями МПС России ВНИИУП, ОАО «ВНИИКП» и ЗАО «Самарская кабельная компания» разработали конструкторскую, технологическую и нормативную документацию на кабели комбинированные с ОВ и медными жилами с водоблокирующим материалом (ВБМ).

Технические условия на кабели ТУ 16.К71.316 – 2002 согласованы с Департаментом информатизации и связи и Департаментом сигнализации, централизации и блокировки МПС, ВНИИУП, ЗАО «Самарская кабельная компания» и утверждены ОАО «ВНИИКП».

Разработанные кабели предназначены для цепей технологической связи и устройств сигнализации, централизации и блокировки на сети железных дорог России. Они используются в ВОСП, цифровых и аналоговых системах передачи в диапазоне частот до 400 кГц по парам высокочастотных четверок (ВЧ), в электрических установках устройств СЦБ при номинальном напряжении 380 В переменного тока частотой 50 Гц и 700 В постоянного тока по вспомогательным парам, в том числе скрученным в четверки.

Комбинированные кабели могут широко использоваться при строительстве и реконструкции устройств связи и СЦБ на малодеятельных участках дорог с ВЛС и сигнальными проводами, подвешенными на высоковольтных линиях автоблокировки.

Разработаны модификации кабелей с экраном из алюмополиэтиленовой ленты для участков с тепловозной тягой и с алюминиевой оболочкой для участков с электротягой.

В качестве примера рассмотрим конструкцию кабелей марки МКПВБАШп(ЭпП) 2х4х1,05 + 9х2х0,7/ОКЗ 2х4 - 0,36/0,22 (рис. 12.).

Оптический элемент представляет собой сердечник, скрученный из ОМ разного цвета и корделей-заполнителей из полиэтилена вокруг силового элемента из стеклопластика, в общей оболочке из полиэтилена. Межмодульное пространство заполнено гидрофобным наполнителем, который не вытекает из сердечника оптического элемента до температуры 50°С.

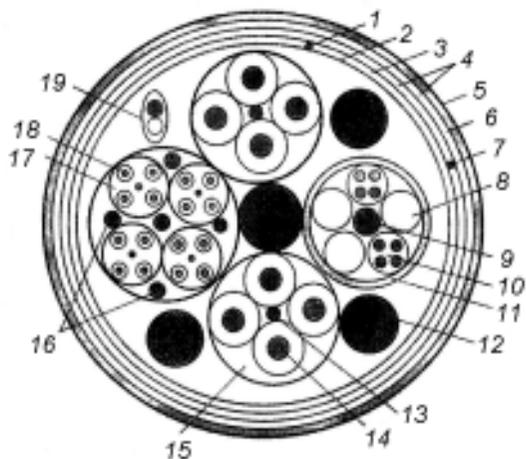


Рис. 12. Конструкция кабелей марки

МКПВБАШп(ЭпП) 2x4x1,05+9x2x0,7 ОКЗ 2x4 - 0,36/0,22:

1 - контрольная жила; 2 - лента из водоблокирующего материала; 3 - поясная изоляция; 4 - экран из алюмополиэтиленовой ленты и контактной проволоки (или алюминиевая оболочка); 5 - оболочка из полиэтилена; 6 - алюмополиэтиленовая лента (алюминиевая оболочка); 7 - контактная проволока; 8 - модули-заполнители из полиэтилена; 9 - ЦСЭ из стеклопластика; 10 - ОМ; 11 - оболочка из полиэтилена; 12, 13, 16 - кордели из ВБМ; 15 - ВЧ четверка; 17 - звездная четверка вспомогательных жил; 18 - изолированная жила вспомогательных пар (четверок); 19 - вспомогательная пара, скрученная из двух изолированных жил

Количество ОМ – 2. Счетный ОМ – красного цвета, направляющий – зеленого. ОМ представляет собой трубку из полибутилентерефталата, внутри которого расположены четыре ОВ оранжевого, белого, синего или зеленого цветов. Сочетание цветов ОВ одинаковое во всех модулях. Номинальный наружный диаметр ОМ – 2,0 мм.

ОВ одномодовые стандартные в соответствии с требованиями МСЭ-Т G652. По согласованию с заказчиком допускается применение в конструкции кабеля дополнительно до 12 стандартных одномодовых ОВ, расположенных равномерно в дополнительных ОМ, введенных вместо корделей-заполнителей. Расцветка дополнительных ОМ согласовывается при заказе.

ВЧ четверки скручены из четырех изолированных жил с пленкопористой изоляцией разного цвета вокруг корделя-заполнителя из ВБМ и обмотаны по спирали лентой из этого же материала и по открытой спирали синтетическими лентами или хлопчатобумажными нитями разного цвета. Допускается продольное наложение лент или нитей. Количество ВЧ четверок – 1, 2 или 3.

Обмотка счетной ВЧ четверки – красного цвета, направляющей – зеленого.

В четверке две жилы, расположенные по диагонали, образуют рабочую пару. Изоляция жил первой пары каждой четверки – красного и белого цветов, второй – синего и зеленого. Номинальный диаметр неизолированных токопроводящих жил – 1,05 мм, изолированных – 3,7 мм.

Пучок вспомогательных пар скручен из четырех вспомогательных четверок, скрепленных лентами или нитями разного цвета, и четырех корделей-заполнителей из ВБМ вокруг корделя-заполнителя из ВБМ. Пучок обмотан по спирали лентой из ВБМ материала. В конструкции кабеля может быть 1, 2 или 3 вспомогательных пучка.

Вспомогательные четверки скручены из четырех изолирующих жил со сплошной полиэтиленовой изоляцией разного цвета вокруг корделя из ВБМ и обмотаны по спирали лентой из ВБМ и по открытой спирали синтетическими лентами или хлопчатобумажными нитями разного цвета. Допускается продольное наложение лент или нитей. Расцветка скрепляющих лент или нитей вспомогательных четверок чередуется в следующем порядке: первая четверка – синяя, вторая – белая, третья – зеленая, четвертая – коричневая.

В четверке две жилы, расположенные по диагонали, образуют вспомогательную пару. Изоляция жил первой пары каждой четверки – красного и белого цветов. Второй – синего и зеленого.

Вспомогательная пара скручена из двух изолирующих жил со сплошной полиэтиленовой изоляцией красного и белого цветов и обмотана по спирали лентой из ВБМ. Номинальный диаметр токопроводящих жил вспомогательных пар и четверок – 0,7 мм. Номинальный диаметр изолированных жил вспомогательных пар и четверок – 1,6 мм.

Сердечник кабелей скручивают из вышеуказанных элементов.

Поверх скрученного и обмотанного по спирали лентой из ВБМ сердечника проложена неизолированная контрольная однопроволочная или многопроволочная жила из медной мягкой проволоки номинальным сечением 0,18 – 0,40 мм<sup>2</sup>. Поверх сердечника с контрольной жилой наложена поясная изоляция в виде обмотки лент из ВБМ, кабельной бумаги и синтетического материала. Применение корделей и лент из ВБМ обеспечивает влагонепроницаемость сердечника кабеля. Поверх поясной изоляции наложены экран и защитные покрытия.

В кабелях марок МКПВБЭпП и МКПВБЭпБШп – экран из алюмополиэтиленовой ленты с алюминиевым слоем номинальной толщиной не менее 0,1 мм. Под экраном проложена медная луженая контактная проволока номинальным диаметром 0,4 – 0,7 мм. Поверх экрана кабелей располагается защитная оболочка из полиэтилена толщиной не менее 1,6 мм.

В кабелях марок МКПВБАШп и МКПВБАБпШп имеется сварная алюминиевая оболочка толщиной не менее 1,1 мм.

Поверх ПЭ защитной оболочки кабеля марки МПВБЭпБШп последовательно наложены лента из крепированной бумаги и слой битума.

Поверх слоя битума кабеля марки МКПВБЭпБШп и поверх алюминиевой оболочки кабелей марок МКПВБАШп и МКПВБАБпШп имеются защитные покрытия по ГОСТ 7006-72.

В кабелях марок МКПВБЭпБШп и МКПВБАБпШп возможно наложение стальной гофрированной брони вместо брони из двух стальных лент.

На поверхности защитной оболочки или шланга нанесены марка кабеля, код предприятия – изготовителя и год изготовления кабеля.

Применение ВБМ позволяет отказаться от содержания кабеля под избыточным воздушным давлением, а также от использования при изготовлении гидрофобного заполнителя, усложняющего работы по монтажу кабелей, их ремонту и восстановлению.

При нарушении целостности наружных покрытий и попадании влаги в сердечник кабеля ленты и кордели из ВБМ увеличиваются в объеме в 3 – 4 раза и образуют пробку, которая препятствует дальнейшему проникновению воды в кабель.

Для контроля целостности наружных покрытий и отсутствия воды в сердечнике в конструкцию кабеля введена неизолированная жила. Целостность наружных покрытий, а также расстояние до места их повреждения оценивают по величине сопротивления изоляции между контрольной жилой и экраном.

Кабели могут эксплуатироваться при температуре окружающей среды от -50 до +50 °С и относительной влажности до 90 % при температуре до +40 °С.

Применение комбинированных кабелей позволит снизить затраты на строительство или реконструкцию 1 км кабельной линии на 16 – 20 % по сравнению с использованием одного волоконно-оптического кабеля, магистрального кабеля с медными жилами и дополнительного сигнально-блокировочного кабеля.

ЗАО «Самарская кабельная компания» начала серийное производство комбинированных кабелей.

Более подробно о комбинированных кабелях можно узнать в [7].

#### Задание

1. По заданным преподавателем маркировкам оптических кабелей указать типы всех конструктивных элементов (привести наиболее полную расшифровку предложенной Вам марки ОК).

Изобразить поперечный разрез одного из кабелей с обозначением всех конструктивных элементов как входящих в оптический сердечник, так и наложенных поверх оптического сердечника, с указанием вида конструкции, материала из которого изготовлен элемент.

При защите лабораторной работы студентам предлагается задание, аналогичное данному, но без предоставления образцов исследуемых кабелей.

При подготовке к защите рекомендуется использовать всю доступную информацию, включая лабораторные стенды, настоящие методические указания, учебную и справочную литературу, научно-технические периодические издания, каталоги продукции и Интернет-сайты фирм-производителей оптического волокна и волоконно-оптических кабелей, содержание соот-

ветствующих технических условий, стандарты и рекомендации МСЭ, МЭК, руководящие документы Минсвязи и МПС России.

2. Воспользовавшись [3], осуществить выбор оптического кабеля и выполнить пп.3.3.1 и 3.3.2 задания курсового проекта.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Виноградов В.В., Кустышев С.Е., Прокофьев В.А. Линии железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. – М.: «Маршрут», 2002.

2. Иоргачев Д.В., Бондаренко О.В. Волоконно-оптические кабели и линии связи. – М.: Эко-Трендз, 2002.

3. Горелик А.В. Линии железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: Задание на курсовой проект с методическими указаниями для студентов IV курса специальности АТС на ж-д. транспорте. – М.: РГОТУПС, 2002.

### *Дополнительная*

4. Воронцов А.С., Гурин О.И., Мифтяхетдинов С.Х., Никольский К.К., Питерских С.Э. Оптические кабели связи российского производства: Справочник. – М.: Эко-Трендз, 2003.

5. Портнов Э.Л. Оптические кабели связи: Конструкции и характеристики. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002.

6. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. – М.: Эко-Трендз, 2000.

7. Асс Э.Д. Комбинированные кабели для технологической связи и устройств СЦБ. – «Автоматика, связь, информатика», №8, 2003.

8. Научно-технический журнал «Фотон-Экспресс». Издается с 1995 г.

9. Научно-технический журнал «LIGHTWAVE Russian Edition». Издается с 2003 г.

10. Каталоги фирм-производителей волоконно-оптических кабелей.

11. Интернет-сайты фирм-производителей волоконно-оптических кабелей.