

Волоконно-оптические кабели (ВОК)

Семенов Б.В.

Классификация ВОК

1. По назначению:

- магистральные,
- зонавые (внутризоновые),
- городские,
- внутриобъектовые,
- монтажные,
- полевые.

Классификация ВОК

Магистральные и зонавые ОК предназначены для передачи всех видов современной информации на большие расстояния. Они должны обладать малым затуханием и дисперсией (большой широкополосностью).

Городские ОК применяют в качестве соединительных линий между узлами связи. Они рассчитаны для передачи информации на короткие расстояния (5.. 15 км) без промежуточных ретрансляционных устройств.

Внутриобъектовые кабели используют для передачи различной информации внутри предприятий и подвижных объектов и на локальных вычислительных сетях.

Монтажные ОК - для внутри- и межблочного монтажа компьютеров и аппаратуры. Они содержат, как правило, большое количество узкополосных ОВ.

Полевые ОК предназначены для ремонтно-восстановительных работ при авариях на оптических кабельных магистралях, а также для скрытой связи тактического военного назначения.

2. По условиям прокладки:

- подземные,
- для прокладки в кабельной канализации, коллекторах и трубах,
- подводные,
- кабели воздушной прокладки,
- внутренние (станционные).

Классификация ВОК

Подземные ОК прокладывают в грунтах всех категорий, через неглубокие болота и несудоходные реки.

Подводные ОК используют на морских магистралях, а также для прокладки через глубокие водоемы, где от них требуется высокая механическая прочность.

Кабели воздушной прокладки

- ОК в грозотросе ЛЭП
- навиваемые на грозотрос и фазовый провод ЛЭП
- подвесные самонесущие

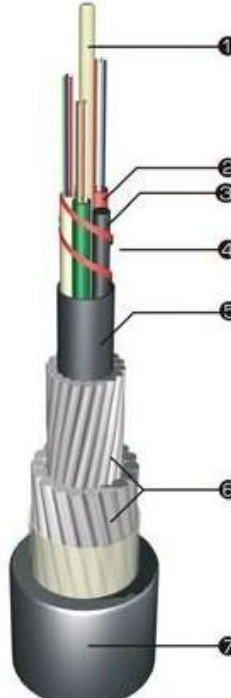
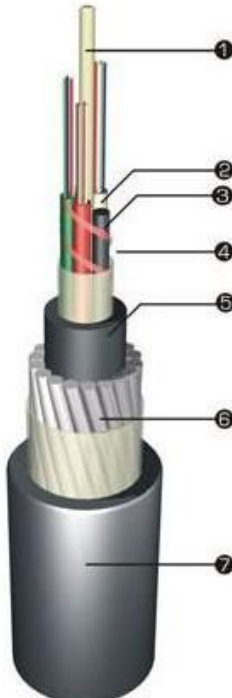
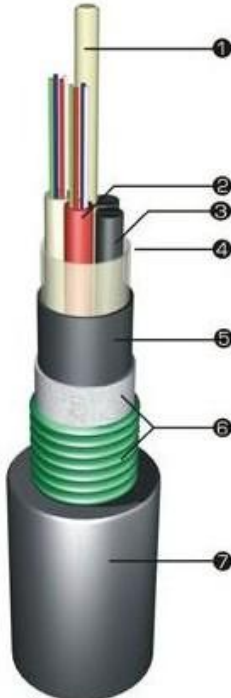
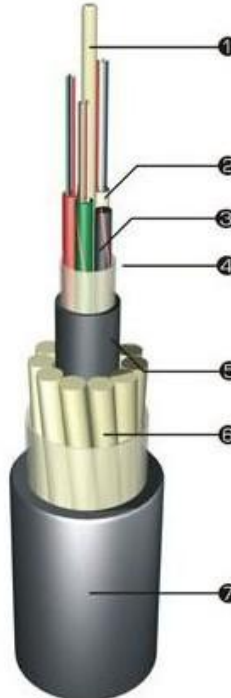
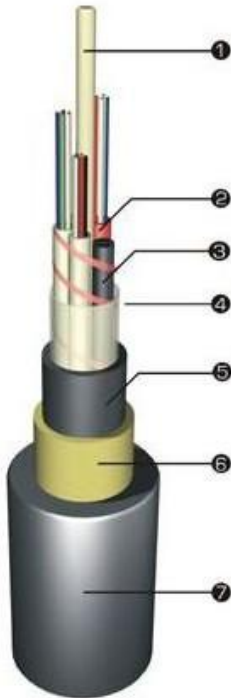
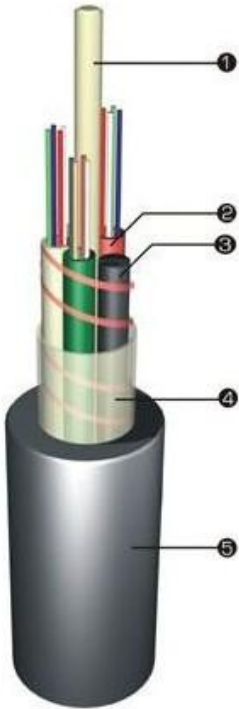
Внутренние (станционные) ОК предназначены для прокладки внутри зданий и на подвижных объектах.

3. По конструкции

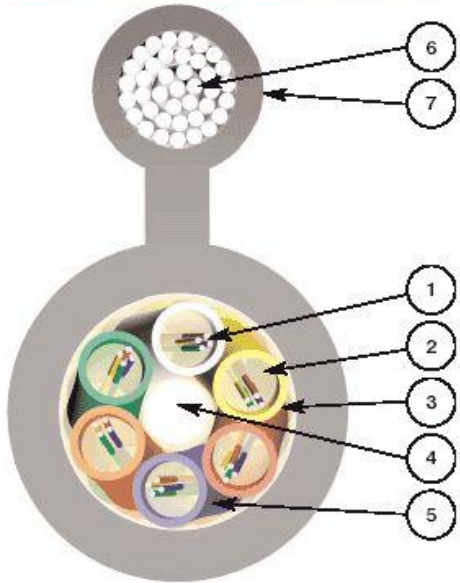
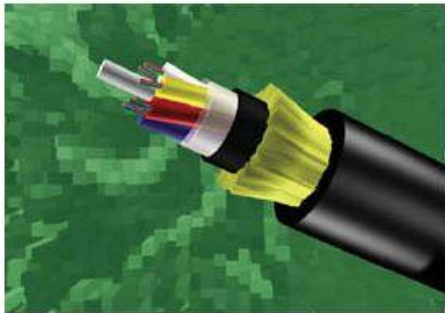
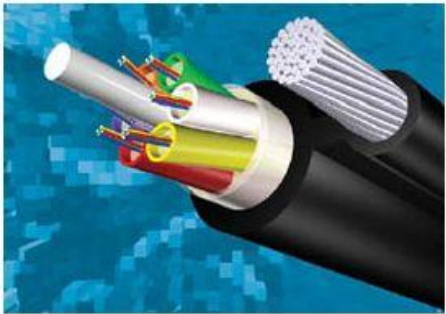
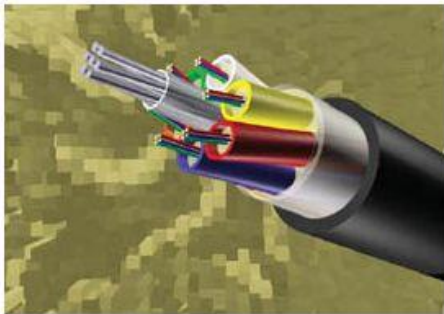
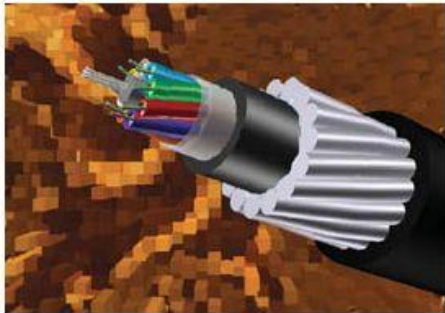
Элементы конструкции ОК можно подразделить на следующие группы:

- защитное покрытие ОВ,
- сердечник ОК,
- силовые (упрочняющие) элементы,
- разделительные (демпфирующие) слои,
- наружные защитные оболочки,
- броневые покровы,
- гидрофобные наполнители.

Виды конструкций ВОК

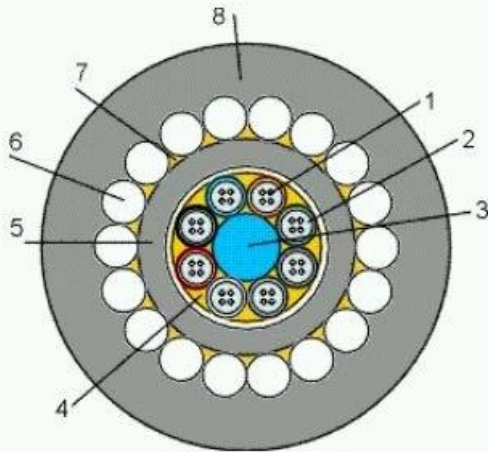


Виды конструкций ВОК



Виды конструкций ВОК

Кабель оптический магистральный



1. Оптическое волокно
2. Внутримодульный гидрофобный наполнитель
3. Центральный силовой элемент:
 - стальной трос (Т)
 - стеклопластиковый пруток (П)
4. Межмодульный гидрофобный наполнитель
5. Промежуточная оболочка из полиэтилена
6. Броня из стальной оцинкованной проволоки диаметром $1,6 \leq 2,0$ мм
7. Гидрофобный наполнитель
8. Защитная оболочка из полиэтилена (ОКБ-М) или полиэтлена, не распространяющего горение (ОКНБ-М)

Внутриобъектовый кабель Corning® FutureLink™



Оптическое волокно в буферном покрытии

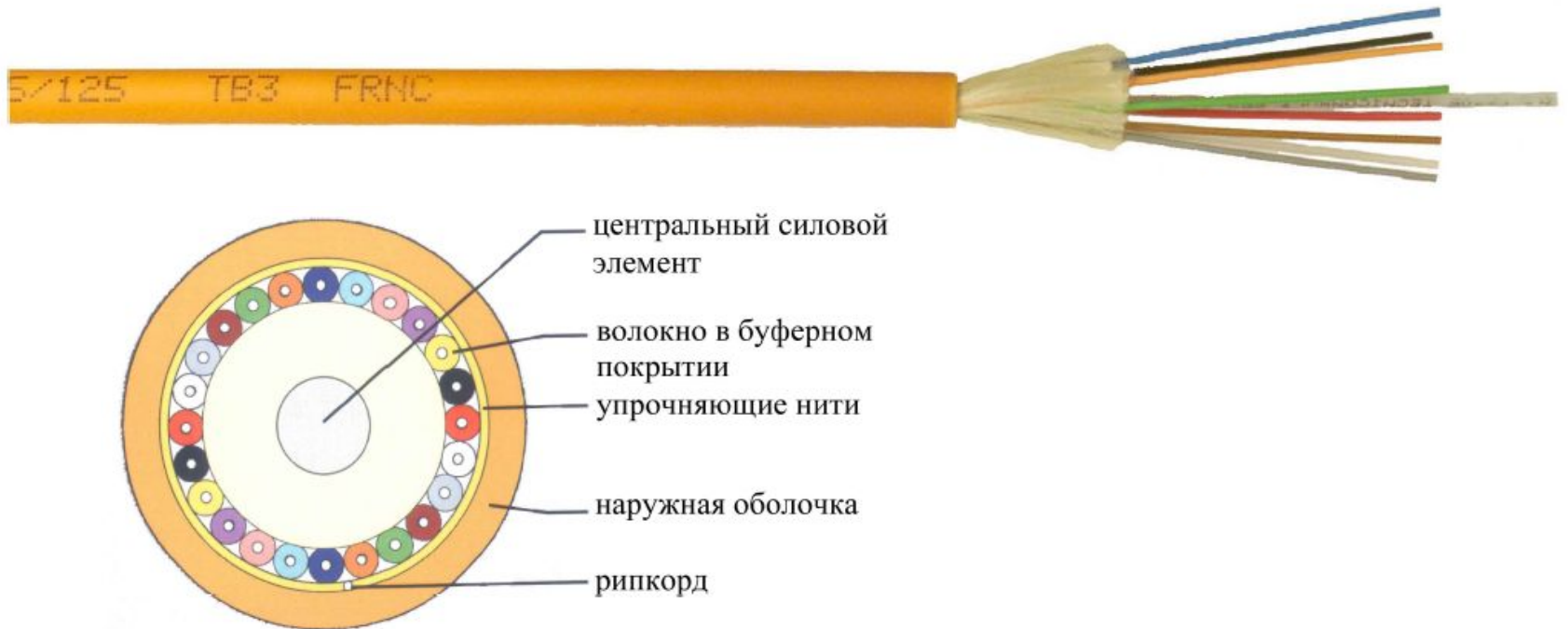
Оптическое волокно в буферном покрытии используется для изготовления полуволок.

Характеристики:

- Малодымный IEC61034, безгалогенный IEC60754-1 (LSOH)
- Трудновоспламеняемый IEC60332-3, некорродирующий IEC60754-2 (FRNC)
- Без наполнителя

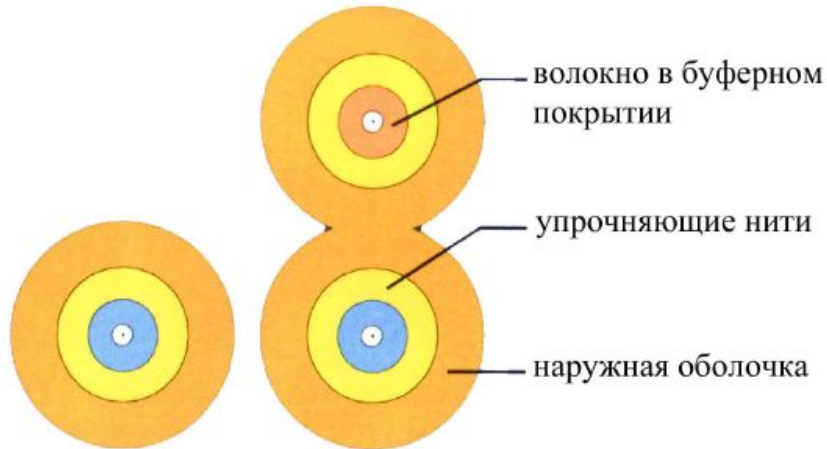
Виды конструкций ВОК

Многоволоконный (распределительный) кабель



Используется при прокладке в кабельных каналах и шахтах.

Виды конструкций ВОК



Одноволоконный и двухволоконный кабель

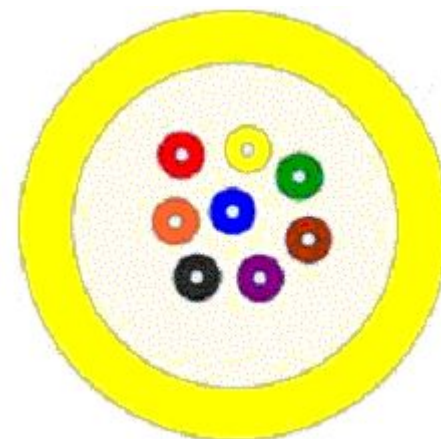
Одноволоконный и двухволоконный кабель используется для изготовления соединительных шнуров и прокладки в помещениях.

Характеристики:

- Малодымный IEC61034, безгалогенный IEC60754-1 (LSOH)
- Трудновоспламеняемый IEC60332-3, некорродирующий IEC60754-2 (FRNC)

Кабель оптический внутриобъектовый ИКВА-ПА12-0.5 12 волокон

Область применения: Оптический кабель в негорючем исполнении для прокладки внутри зданий и сооружений, в кроссовом оборудовании и аппаратуре.



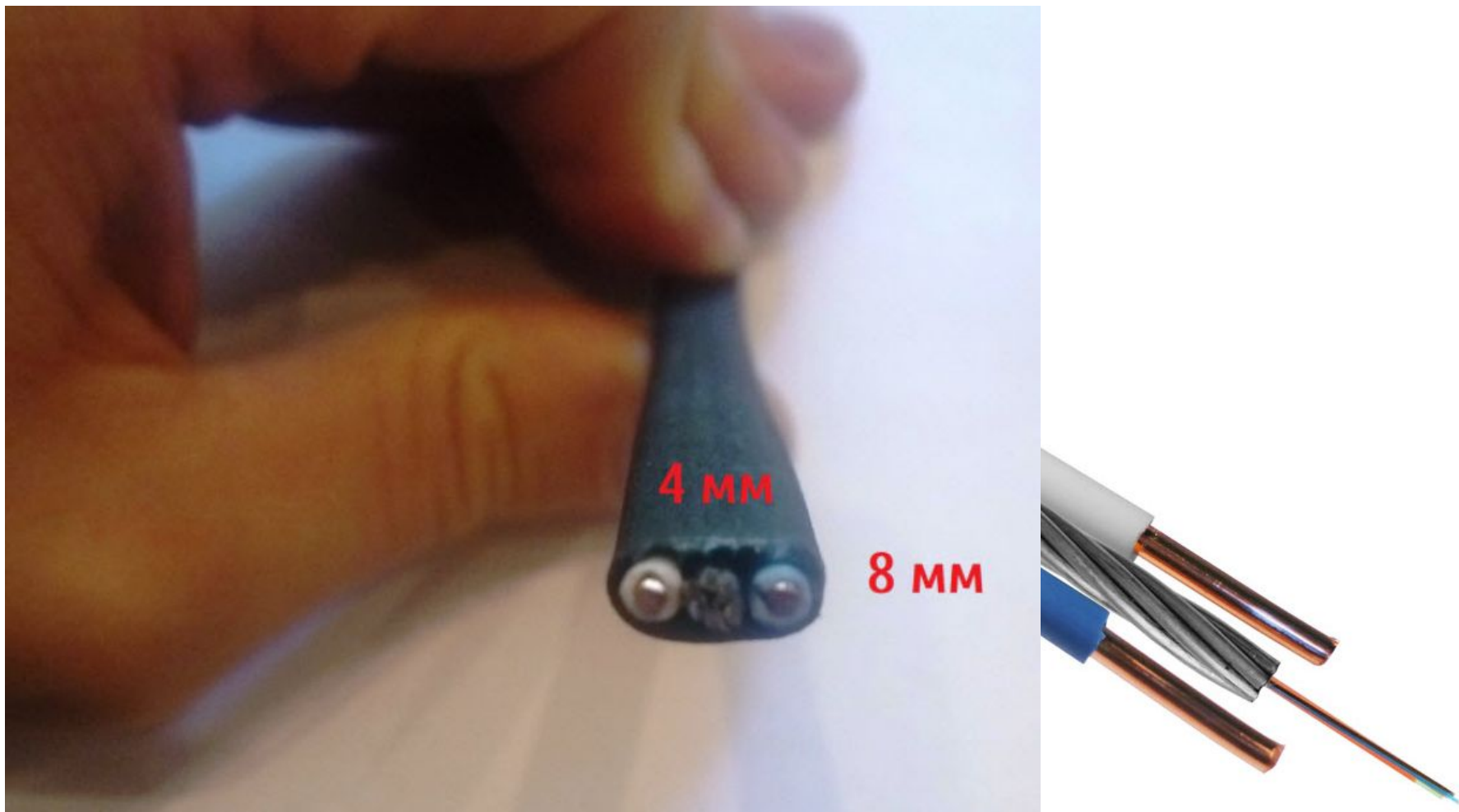
[Параметры кабеля](#)

Наименование	Допустимое значение
Температурный диапазон хранения и перевозки	от минус 20 до 60 °С
Температурный диапазон монтажа	от минус 20 до 60 °С
Температурный диапазон эксплуатации	от минус 20 до 60 °С
Минимальный радиус изгиба	14 см
Динамическое растягивающее усилие	0.5 кН
Раздавливающее усилие	0.05 кН/см
Удар	1 Дж
Вес 1 километра кабеля	50 кг
Строительная длина	до 3.5 км
Наружный диаметр / габариты	7.0 ± 0.5 мм

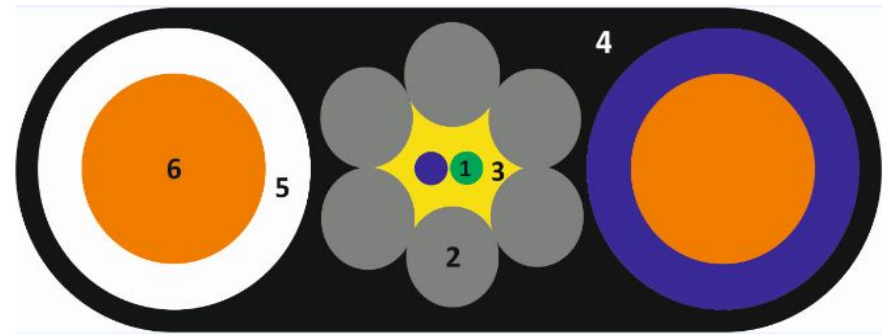


<https://www.cabeltov.ru/>

СТАРЛИНК – ведущий отечественный производитель бронированных микрокабелей для тяжелых условий эксплуатации



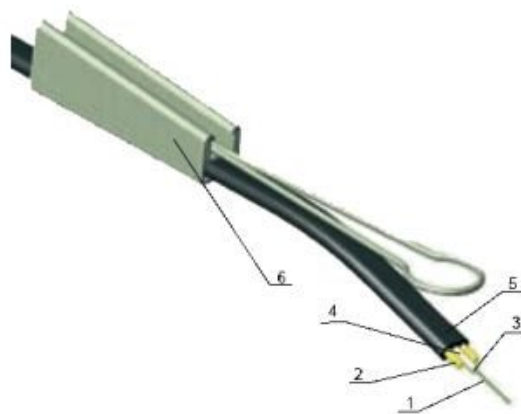
Оптоэлектрический кабель СЛ-ОЭК-П-НУ-(2Е2-3,5)+2х,1,0



Технические характеристики кабеля

Количество волокон:	2
Тип волокон:	G.652, SM 9/125
Вид волокна:	Одномодовое
Производитель волокна:	Fujikura
Количество медных жил:	2
Сечение медных жил:	1 мм ²
Тип медных жил:	однопроволочная
Максимальный ток:	6 А
Масса кабеля:	80,6 кг/км
Диаметр брони:	2,4 мм
Диаметр по оболочке:	4x8 мм
Допустимый радиус изгиба:	50 мм
Допустимая раздавливающая нагрузка:	3 кН/10 см
Допустимое усилие на растяжение (не менее):	3,5 кН
Рабочая температура:	- 60 - + 70 °С
Стойкость к ультрафиолету:	Да
Оболочка не поддерживает горение:	Да
Тип применения:	Канализация / Подвесной / Вертикальная прокладка / Внутриобъектовый

Кабель для подвески ИК.../Д2-Т... волокон



ПОДВЕСНОЙ ОК С ДВУМЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВНЕШНИМИ СИЛОВЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Полностью диэлектрический ОК марки ИК/Д2-Т... (Flat Drop Cable) предназначен для воздушной прокладки "последней мили" оптической сети, типа "волокно в дом" (FTTH), с использованием плоских анкерных зажимов.

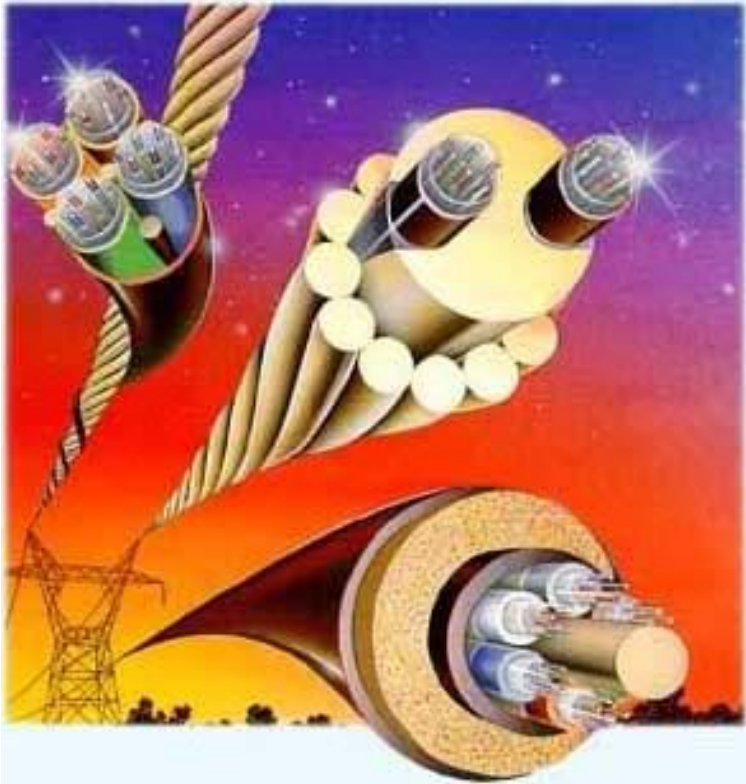
Типичный пролёт для подвески кабеля - до 100 метров.

Основные технические характеристики ИК.../Д2-Т...

№	Параметр	
1	Количество оптических волокон в кабеле	До 12
2	Количество элементов сердечника	2
3	Номинальный наружный диаметр кабеля/габариты, мм	3.2/7.3
4	Масса кабеля, кг/км, от	30
5	Длительно допустимая растягивающая нагрузка, кН	1,0 - 3,0
6	Допустимая раздавливающая нагрузка, кН/см	0,3
7	Допустимое ударное воздействие, не менее, Дж	5
8	Минимальный радиус изгиба	20 x D _{КАБ}
9	Рабочий диапазон температур, °C	- 60 °C + 70 °C
10	Температура прокладки и монтажа, не ниже, °C	- 10 °C

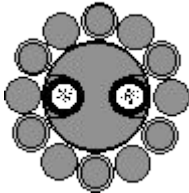
ВОК воздушной прокладки

Навивной



В грозотросе ЛЭП

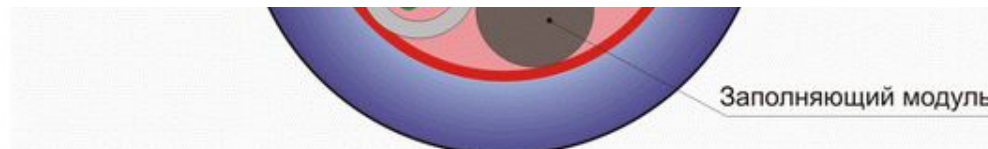
Самонесущий



Кабель оптический 4 волокна ОКП-Т-4(2)Сп (8кН) подвесной с металлическим несущим тросом

Технические характеристики

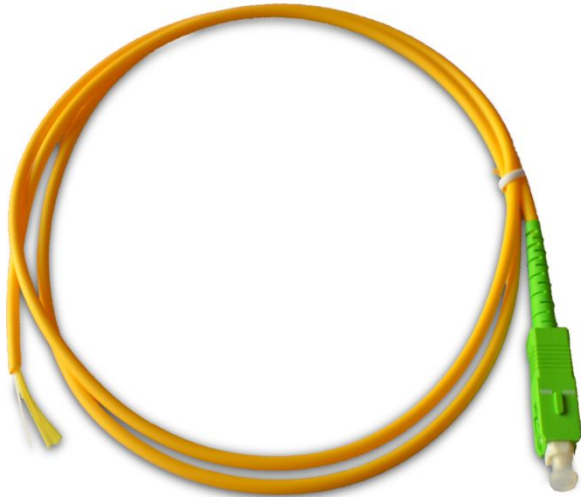
Количество оптических волокон в кабеле, шт.	2 - 144
Максимальное количество оптических волокон в одном модуле, шт	12
Коэффициент затухания, дБ/км, не более, на длине волны: $\lambda=1310/1550$ нм	0,36/0,22
Длина волны отсечки, нм, не более:	1270
Хроматическая дисперсия, пс/(нм*км), не более, в диапазоне длин волн: (1285-1330)/(1525-1575) нм	3,5/18
Номинальный диаметр кабеля (D каб), мм	8,6 - 14,5
Температура эксплуатации,	° С - 40 ...+70
Температура монтажа, °С,	не ниже -10
Температура транспортировки и хранения, °С	- 40...+70
Нормированная строительная длина, км,	не менее 4,0
Расчетная масса кабеля, кг/км	114 - 488
Допустимое длительное растягивающее усилие, кН	3,0 - 15,0



Выбор ОК при строительстве ВОЛС-ВЛ

Критерии	ОКГТ	ОКНН на грозотрос	ОКНН на фазовый провод	ОКСН
Общая стоимость работ (ПИР, СМР)	100%	60%	65%	90%
Стоимость инсталляции (монтажа)	100%	50%	50%	80%
Скорость инсталляции	100%	20%	20%	50%
Ограничения по напряжению ВЛ	-	-	<175кВ	<150кВ
Механические нагрузки	Увеличение до 20%	увеличение на 1% (вибрация уменьшается на 20%)	увеличение на 1% (вибрация уменьшается на 20%)	увеличение на 8-13%
Длины пролетов	Аналогично обычному грозотросу равного диаметра	<1000 м (<1000 м - специальный кабель)	<1000 м (<1000 м - специальный кабель)	<900 м
Гололед	аналогично обычному грозотросу равного диаметра	увеличения стенки гололеда при навивке не наблюдается	увеличения стенки гололеда при навивке не наблюдается	нарастание гололеда может привести к провисанию на несколько метров и схлестыванию с фазовыми проводами
Акты вандализма и пожары	практически не подвержен	практически не подвержен	мало подвержен стрельбе из ружей и пожарам	т.к. расположен ниже фазовых проводов подвержен стрельбе из ружей пожарам, проверкам на наличие цветных металлов и др.

Патч-корды и пигтейлы



Patch cord

Pig-tail

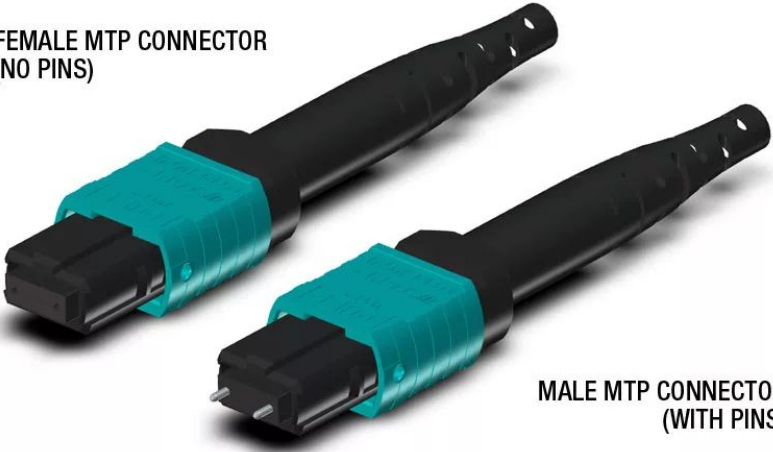
Переходные патч-корды для data-центров



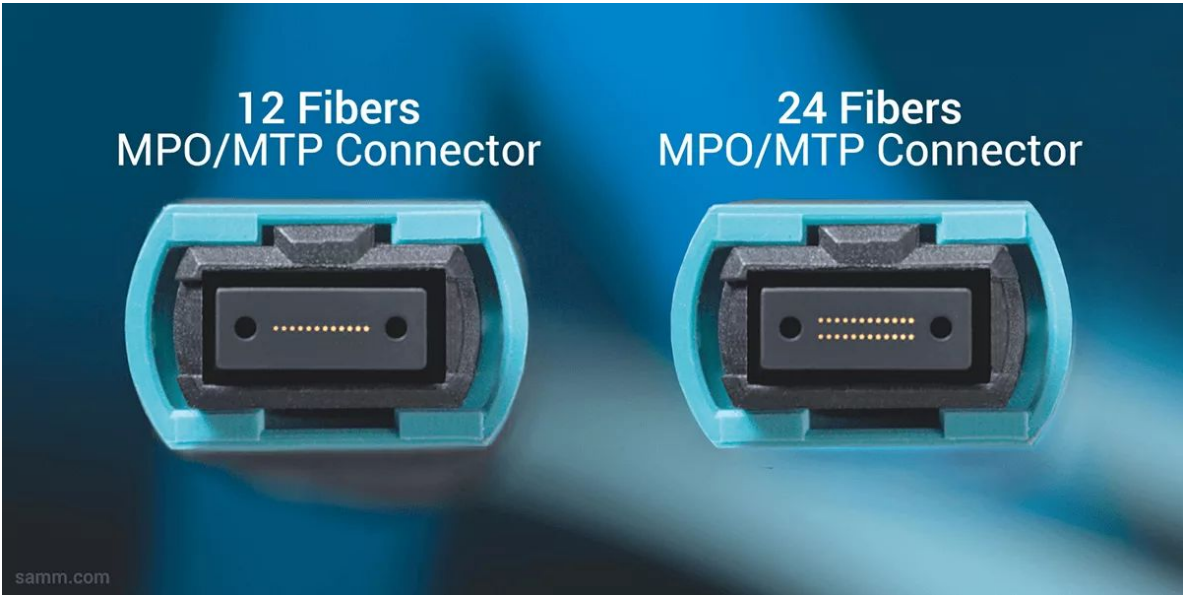
С одной стороны оконцованы многоволоконным коннектором типа MPO/MTP

Многоволоконные коннекторы для параллельной оптики

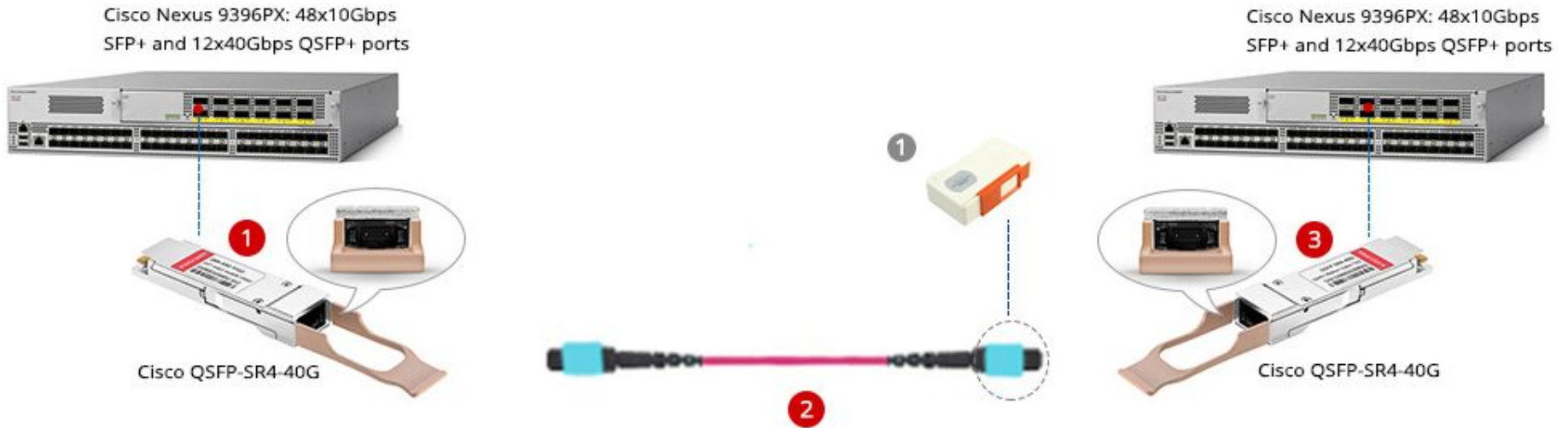
FEMALE MTP CONNECTOR
(NO PINS)



MALE MTP CONNECTOR
(WITH PINS)



Соединение двух Cisco 40G QSFP+ SR4/CSR4 трансиверов



Соединение двух Cisco 40G QSFP+ трансиверов через MTP кабель

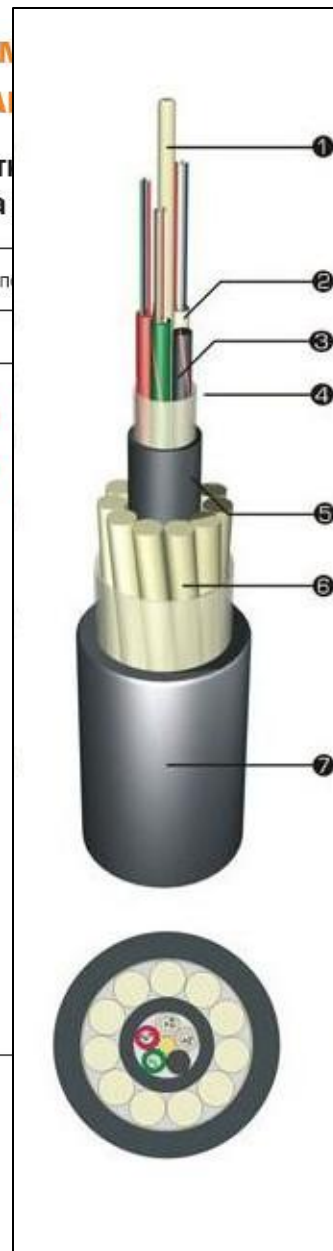
Цветовая идентификация оптических волокон и модулей в оптических кабелях связи марки «Интегра-Кабель»

Стандартная расцветка оптических волокон в оптическом модуле

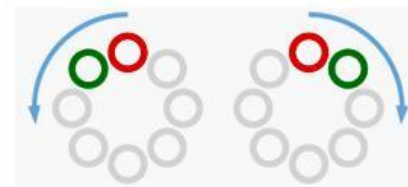
Число волокон в оптическом модуле						Цвет волокна
2	4	6	8	10	12	
● Красный	● Красный	● Красный	● Красный	● Красный	● Красный	Красный
● Желтый	● Желтый	● Желтый	● Желтый	● Желтый	● Желтый	Желтый
	● Зеленый	● Зеленый	● Зеленый	● Зеленый	● Зеленый	Зеленый
	● Синий	● Синий	● Синий	● Синий	● Синий	Синий
		● Коричневый	● Коричневый	● Коричневый	● Коричневый	Коричневый
		● Черный	● Черный	● Черный	● Черный	Черный
			● Оранжевый	● Оранжевый	● Оранжевый	Оранжевый
			● Фиолетовый	● Фиолетовый	● Фиолетовый	Фиолетовый
				○ Белый	○ Белый	Белый
				● Серый	● Серый	Серый
					● Бирюзовый	Бирюзовый
					● Розовый	Розовый

Стандартная расцветка оптических модулей в покове сердечника

Число модулей в покове сердечника			
1	2	4	6
○ Белый	● Красный	● Красный	● Красный
	○ Белый	● Зеленый	● Зеленый
		○ Белый	○ Белый
		○ Белый	○ Белый
			○ Белый
			○ Белый



Отсчет оптических модулей осуществляется от красного модуля в направлении зеленого



<http://www.intg.ru/useful/colors/>

Нумерация модулей оптического кабеля



1. Первый модуль - всегда красный.

2. Второй модуль - стоящий рядом с красным "цветной". Часто он бывает зелёный, жёлтый, синий.

3. Третий, четвёртый и дальше - по заданному первыми двумя модулями направлению: на левой картинке это по часовой стрелке, на правой - против.

4. Модули-пустышки не нумеруются и выкусываются под корень.

Цветовая идентификация оптических волокон



Цветовая идентификация оптических волокон

до 12 элементов

цвет	синий	оранжевый	зеленый	коричневый	серый	белый	красный	черный	желтый	фиолетовый	розовый	бирюзовый
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

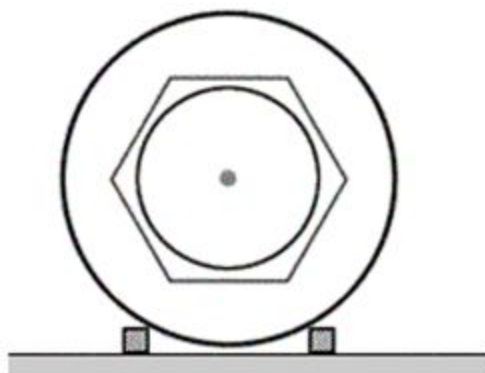
до 48 элементов

цвет	синий	оранжевый	зеленый	коричневый	серый	белый	красный	салатовый	желтый	фиолетовый	розовый	бирюзовый	число штрихов
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0
№	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1
№	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	2
№	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	3
	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	
	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	

Правила погрузки барабанов

Барабаны с оптическим кабелем всегда ставятся вертикально
и никогда не кладутся плашмя

правильно



неправильно



Пример протокола теста ВОК

ЗАО "ОФС Связьстрой - 1 ВОКК"
г. Воронеж ул. Жемчужная, 6

ПАСПОРТ

Длина кабеля, м - 600
Масса нетто, кг - 49
Масса брутто, кг - 125
Тип барабана - 10с

Протокол теста кабеля

Договор - Nr. 269-2005
Конструкция - Nr. K1-PF70
Барабан - Nr. 161с
Покупатель ООО "ЧТЗ-Уралтрак"
Заводской Nr. 52691011
Длина волокна (м) 611 (Измерение: Модуль 1 Волокно 1)
Марка кабеля ДП-1.5-1-5/8 Сертификат соответствия ОС/1-КБ-297
Модуль Nr. 1 Красный - А2-0456 - ОМ-7-2,5/1,6-1-4 (1234) RD

Параметры:

WAVELENGTH 1550-REFINDEX 1.4790;
Производитель/тип ОВ: "OFS"/тип MM OF 50 мкм

Волокно- Измерение затухания
Nr. цвета 1310 nm

1 голубой	0,427
2 оранжевый	0,411
3 зеленый	0,421
4 коричневый	0,459

Среднее значение 0,429

Предел: 0,700
dB/km

Выводы:

Все измеренные коэффициенты затухания ниже предела? - Да
Рефлектограммы всех волокон линейны? - Да
Все волокна без обрыва? - Да
(Определено по манипуляции с концом волокна)

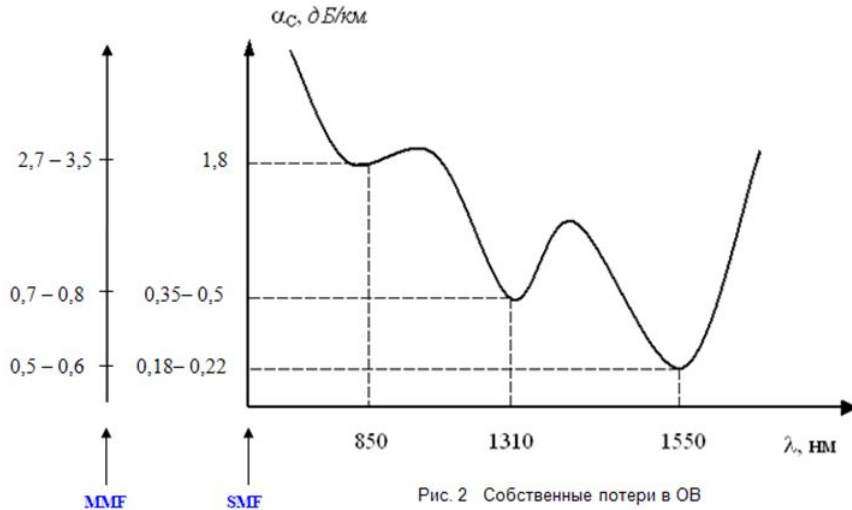
Прочее:

Измерительное устройство: ОР-2-2, Ser. Nr.: 05903

Контролер: ПОТЫЧКО, Дата: 27.11.05

Менеджер по качеству  Елизюк Татьяна Васильевна

Телефон отдела качества (0732)14-27-95



ОТК 1

06.12.05

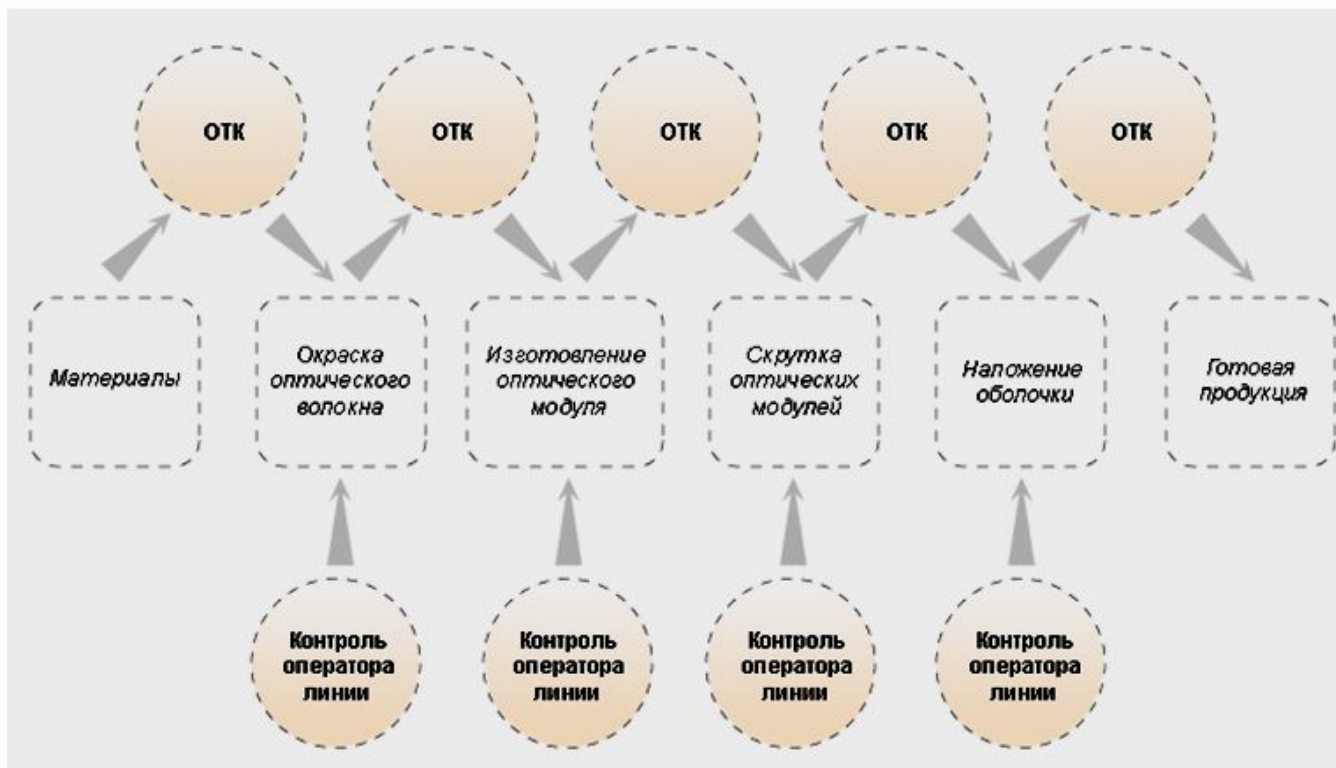
Производство ВОК

Завод по производству оптического кабеля ООО «Инкаб»

614990, Россия, г. Пермь, ул. 25-го Октября, 106, тел/факс + 7 (342) 211-41-41, 240-07-40
mail@incab.ru

Предприятие оснащено самым современным высокопроизводительным оборудованием фирм Mailefer, Medek&Schorner, Photonium, Compromes и др. с проектной мощностью — 1500 км кабеля в месяц. Возможности оборудования позволяют изготавливать кабель многомодульной конструкции с общим количеством волокон до 216, а также кабели с центральным оптическим модулем с количеством волокон до 12.

1. Этапы производства оптического кабеля



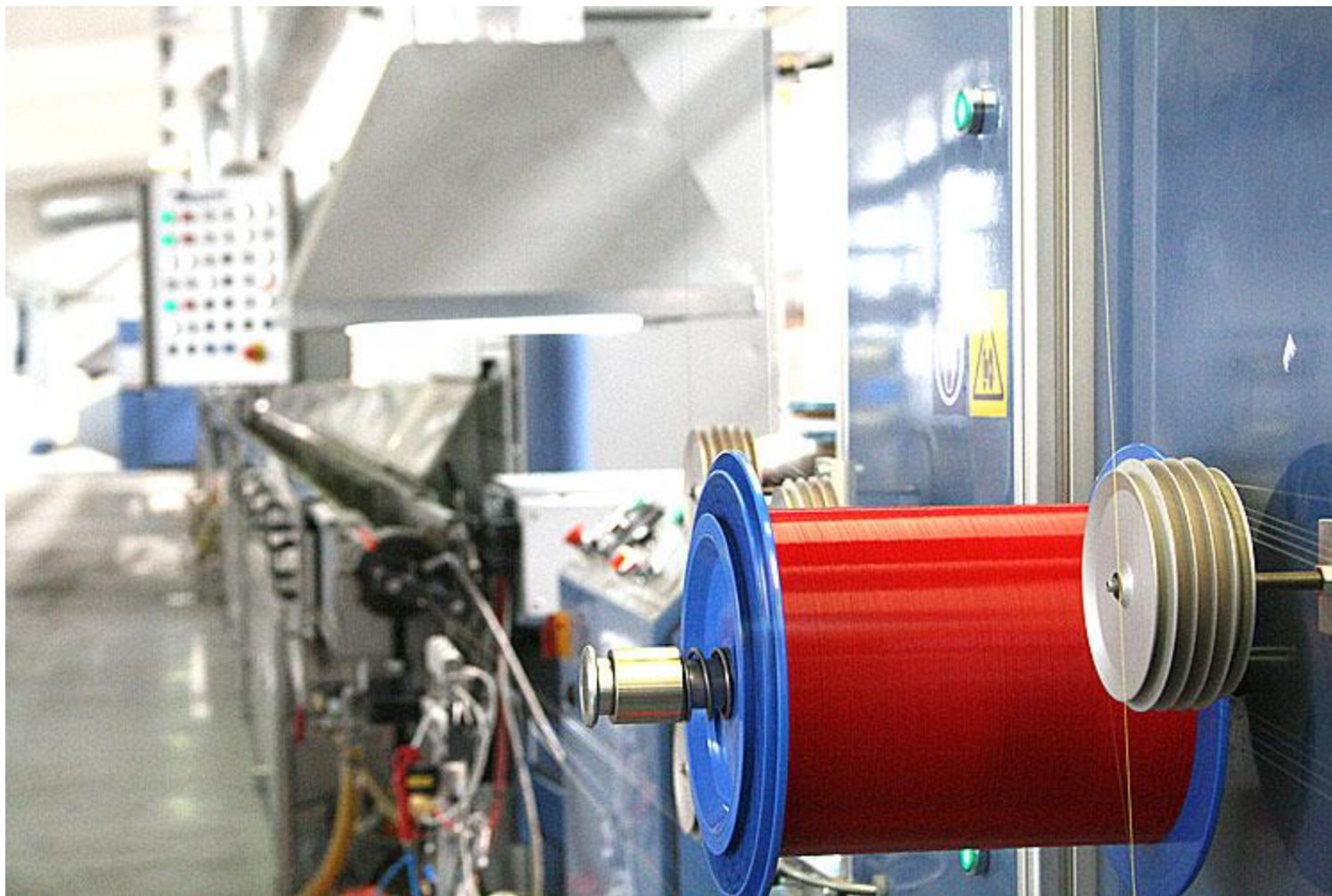
Производство ВОК

[Видео Изготовление ВОК на ИНКАБ \(1 мин\)](#)



Линия окраски оптического волокна

Производство ВОК



Окрашенное оптическое волокно

Производство ВОК



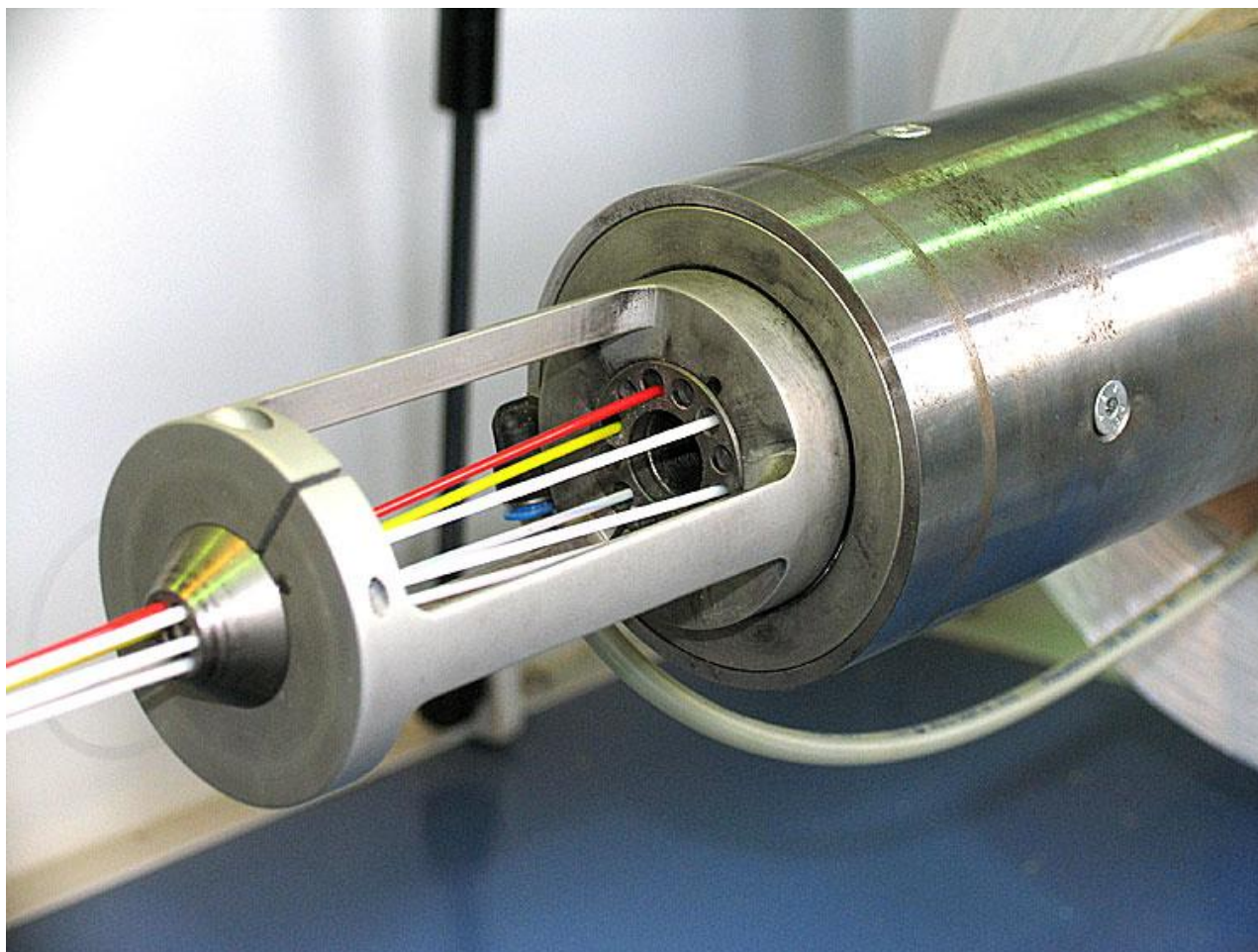
Окрашенное оптическое волокно

Производство ВОК



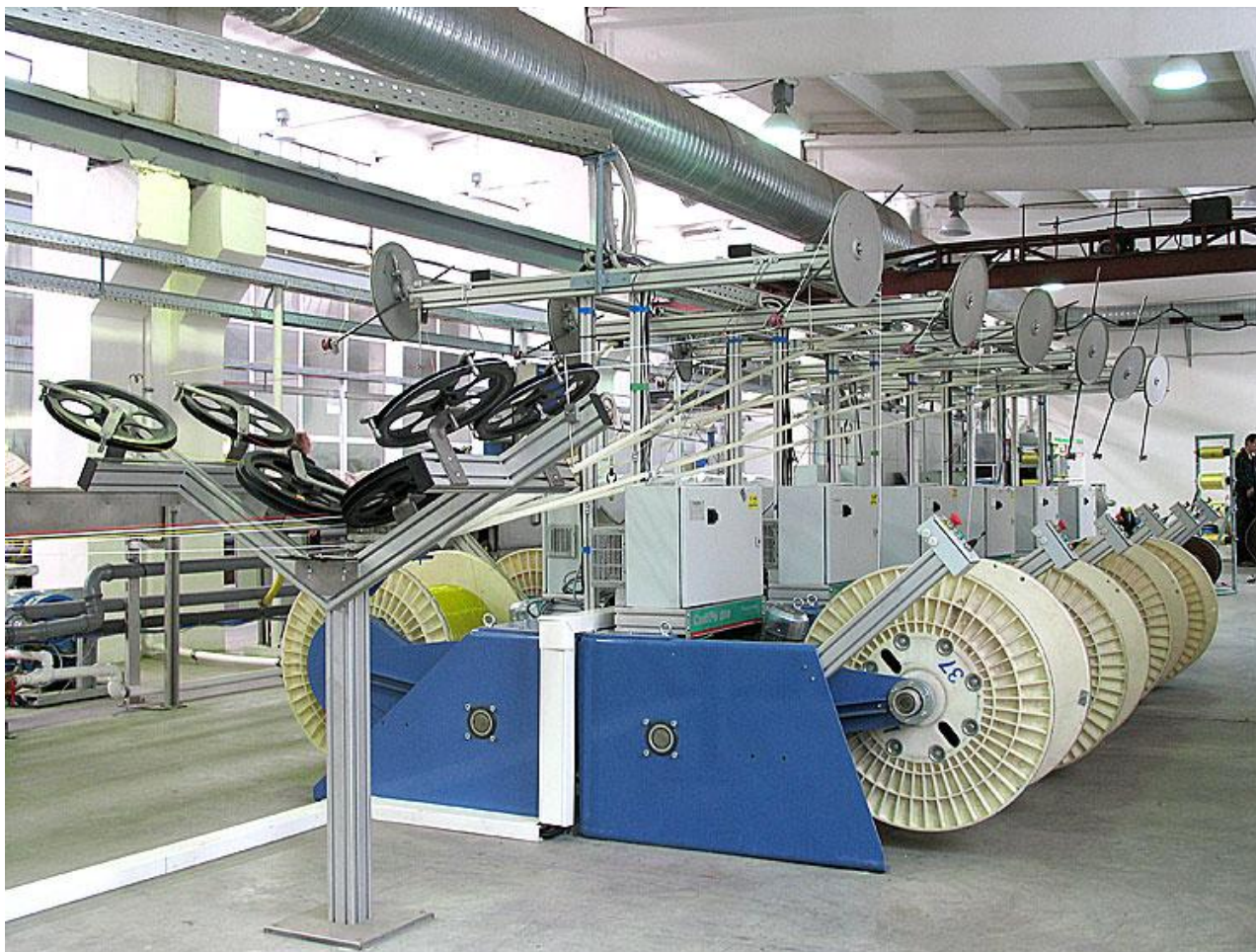
ОВ в оптических модулях

Производство ВОК



Скрутка оптических модулей

Производство ВОК



Намотка ВОК на барабан

- Видео [Производство оптических шнуров, патч-кордов и кабельных сборок в компании ЭМИЛИНК \(4:29\)](#)

Прокладка ВОК

1. [ВОК на грозотрос](#) [ВИДЕО](#)
2. [ВОК на фазный провод](#) [ВИДЕО](#)
3. [ВОК в асфальт](#) [ВИДЕО](#)
4. [Подводный кабель](#) [ВИДЕО](#)

Прокладка ВОК

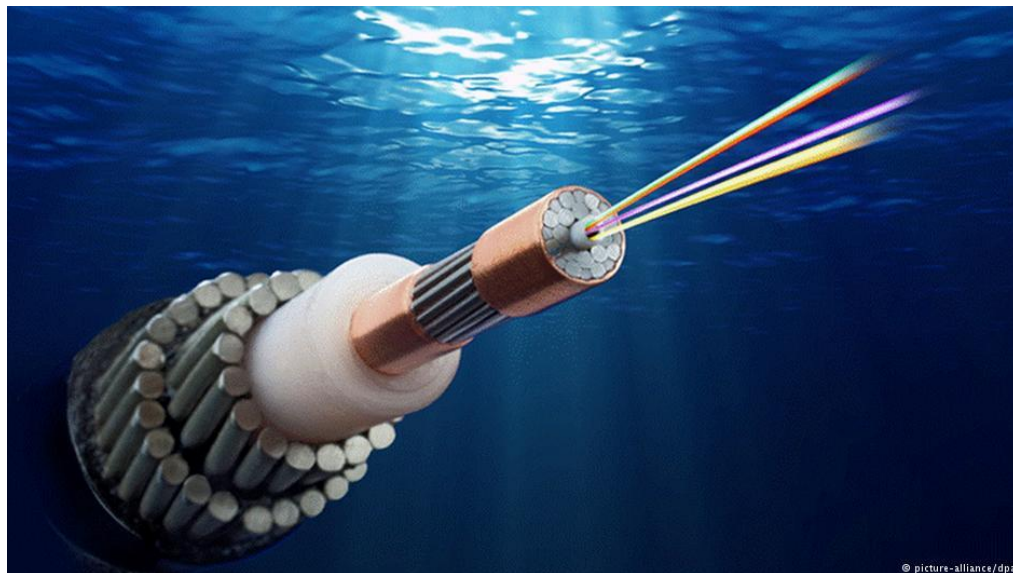
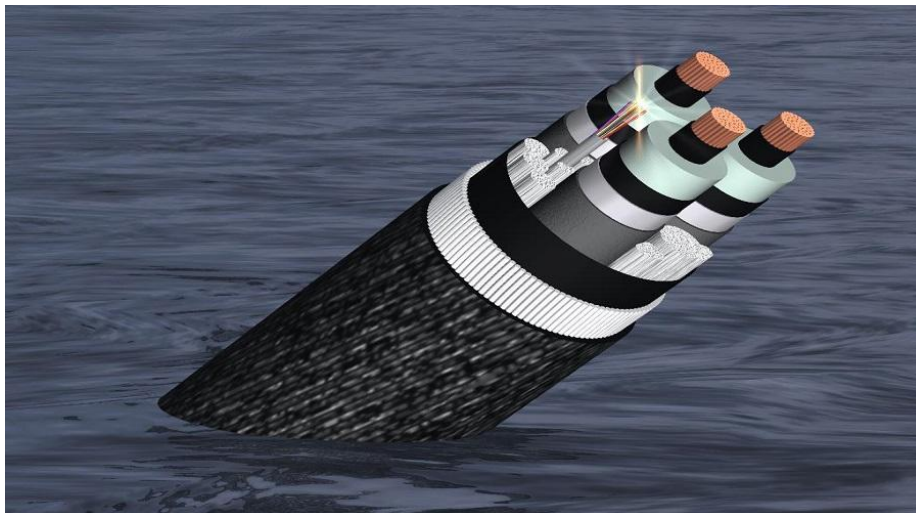


**ПРОКЛАДКА ПОДВОДНОЙ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ
РОССИЯ - УКРАИНА - БОЛГАРИЯ**

Прокладка ВОК



Прокладка ВОК



Прокладка ВОК



Прокладка ВОК



Прокладка ВОК



Прокладка ВОК



Прокладка ВОК



Прокладка ВОК



Загрузка на судно-укладчик оптической муфты
с активным оборудованием

Прокладка ВОК





Ростелеком

Russia

Южно-Сахалинск

Подводная ВОЛС «Сахалин-Курилы»

831
км.

Общая
протяженность
трассы

2017

Проведены морские и наземные изыскания. Разработана проектная документация.

2018

июнь – сентябрь

Прокладка подводного волоконно-оптического кабеля

октябрь

Завершение работ по установке и монтажу основного технологического оборудования

ноябрь

Проведение пуско-наладочных работ и приёмо-сдаточных испытаний

декабрь

Обеспечение технической готовности

2019

Ввод в эксплуатацию

- Морская часть
765 км
- Наземная часть
66 км
- Пропускная способность
40 Гбит/с

Итуруп

Кунашир

Шикотан

Здесь
проживает более
16 000 человек

Прокладка ВОК

5. ВОК в кабельную канализацию



Прокладка ВОК

6. Укладка ВОК в грунт траншейным способом



Прокладка ВОК

7. Направленное бурение

ВИДЕО



Прокладка ВОК

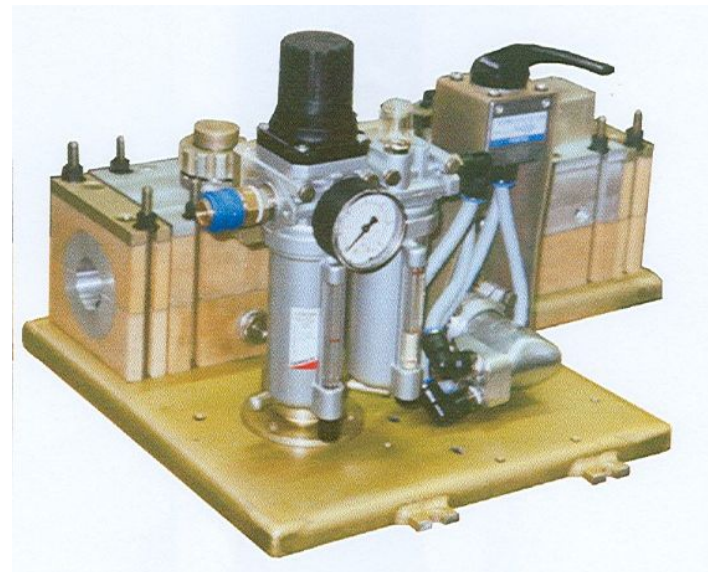
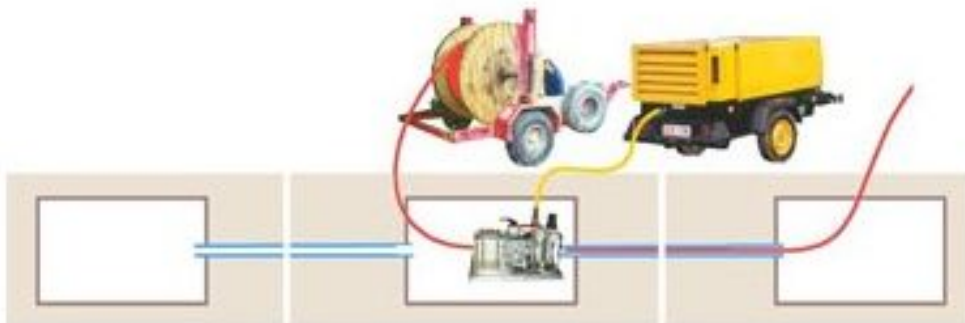
8. Прокладывание кабеля в городе в грунт



<http://www.zaosi.com/>

Прокладка ВОК

8. Пневмопрокладка ВОК (метод задувки)



Инжектор для задувки кабеля

[ЧИТАТЬ: http://www.zaosi.com/](http://www.zaosi.com/)

[ВИДЕО Пневмопрокладка кабеля и троса](#)

Прокладка ВОК

ВИДЕО Монтаж ОКСН и ОКГТ с помощью натяжных машин

*ОКСН – оптический кабель самонесущий; ОКГТ – оптический кабель в грозотросе



Прокладка ВОК

Дополнительный материал для тех, кто хочет знать больше:

1. [Самый производительный в мире подводный кабель Marea \(США-Европа\)](#)
2. [Строительство Marea \(США-Европа\)](#)
3. Видео [Навивная технология для строительства сетей FTTH в частном секторе \(8:30\)](#)
4. Статья [Технология прокладки оптических кабелей в дорожном полотне: преимущества и ограничения](#)
5. Вебинар [Проектируем ВОЛС в грунт и FTTH сети \(2017 г, 1ч 8 мин\)](#)
6. Вебинар [Навивная технология FTTH сетей в частном секторе \(2017 г., 55 мин\)](#)
7. Вебинар [ВОЛС в кабельную канализацию \(2019 г., 1 ч 11 мин\)](#)