

# **Волоконно-оптические кабели (ВОК)**

***Семенов Б.В.***

## **Классификация ВОК**

### **1. По назначению:**

- магистральные,
- зонавые (внутризонавые),
- 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

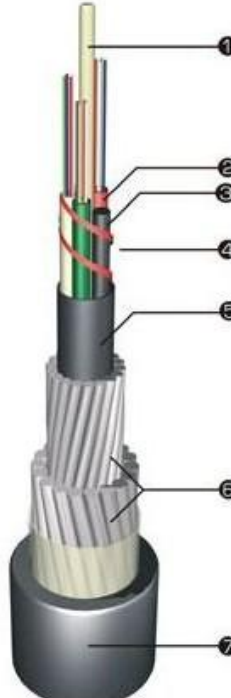
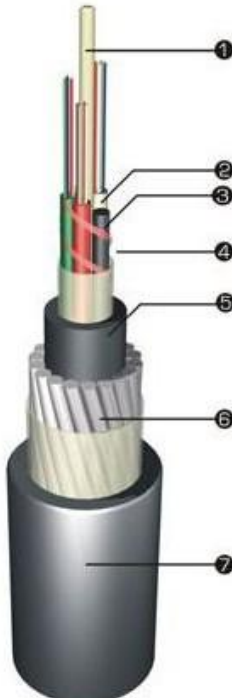
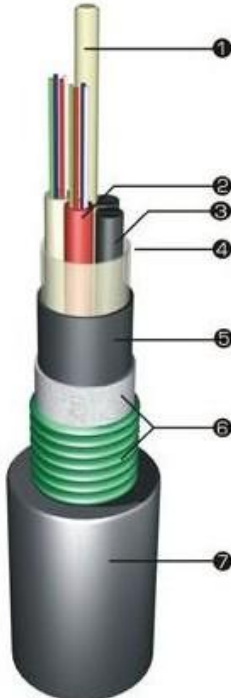
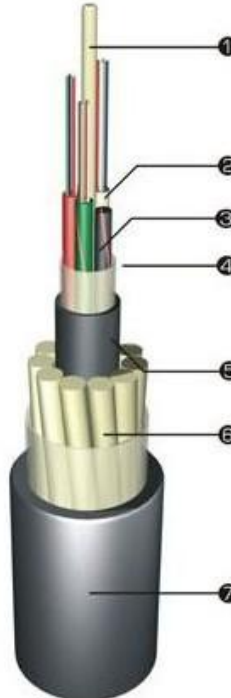
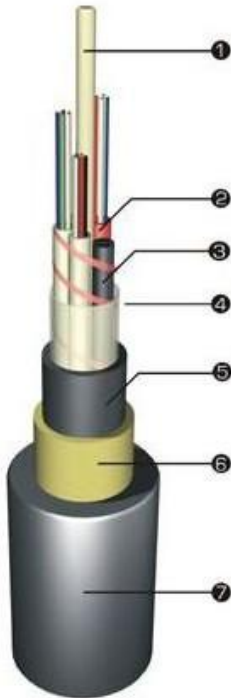
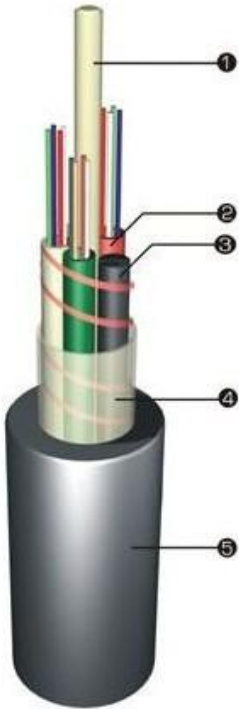
**Внутренние (станционные) ОК** предназначены для прокладки внутри зданий и на подвижных объектах.

### 3. По конструкции

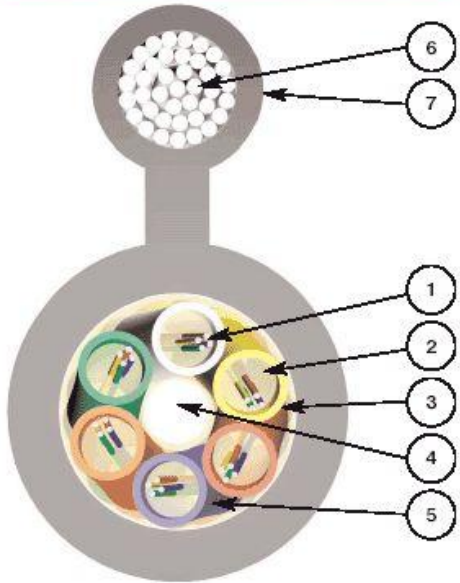
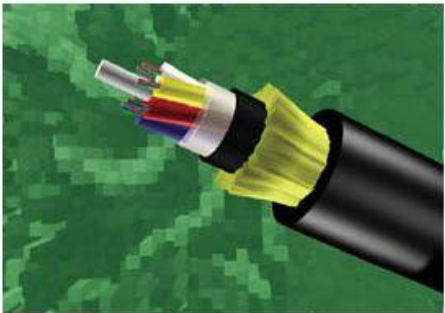
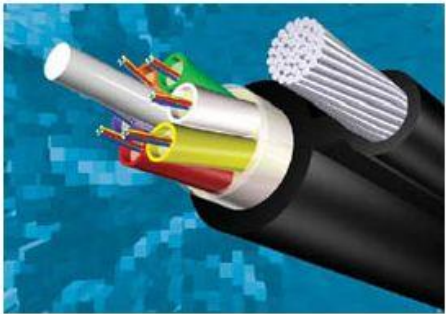
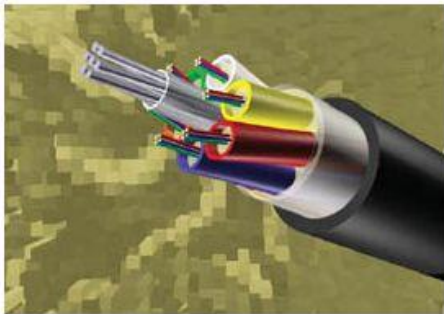
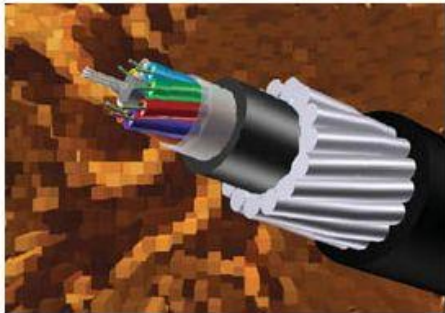
Элементы конструкции ОК можно подразделить на следующие группы:

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

# Виды конструкций ВОК



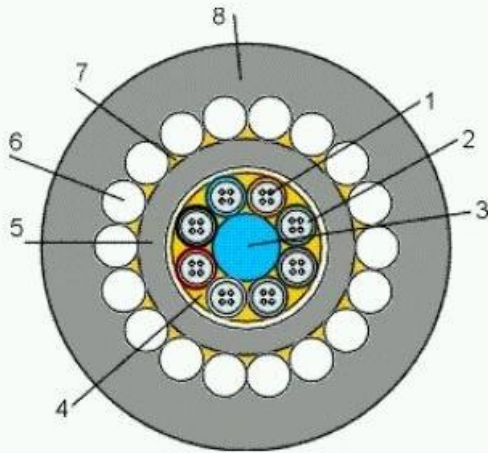
# Виды конструкций ВОК





## 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 полиэтилена, не распространяющего горение (ОКНБ-М)



## Внутриобъектовый кабель Corning® FutureLink™



### **Оптическое волокно в буферном покрытии**

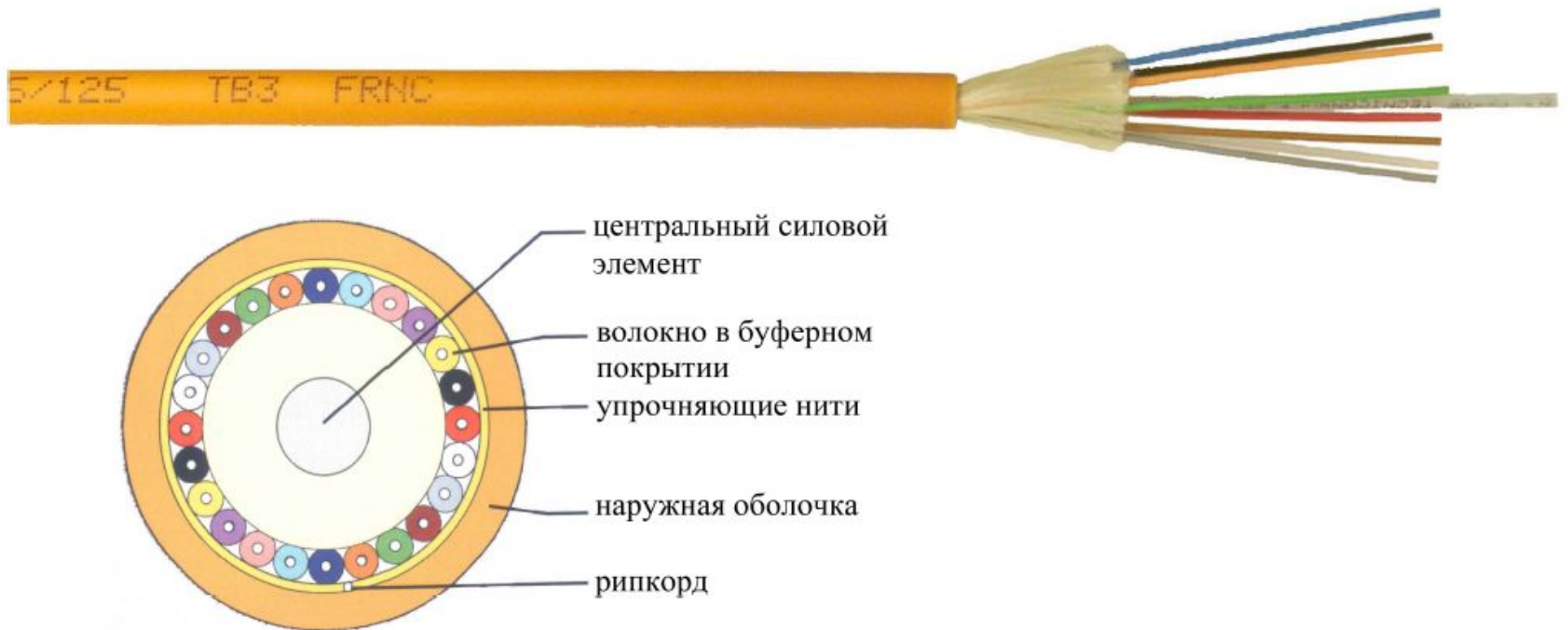
Оптическое волокно в буферном покрытии используется для изготовления полуволок.

#### **Характеристики:**

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

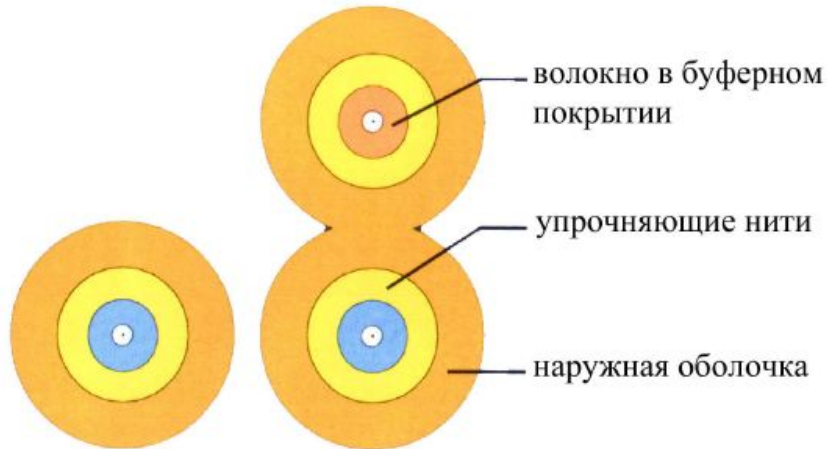
## Виды конструкций ВОК

### Многоволоконный (распределительный) кабель



Используется при прокладке в кабельных каналах и шахтах.

## Виды конструкций ВОК



### Одноволоконный и двухволоконный кабель

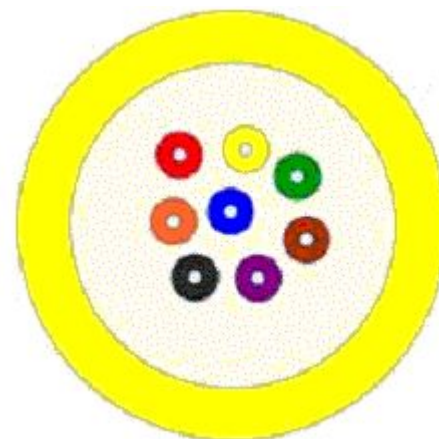
Одноволоконный и двухволоконный кабель используется для изготовления соединительных шнуров и прокладки в помещениях.

#### 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](#)

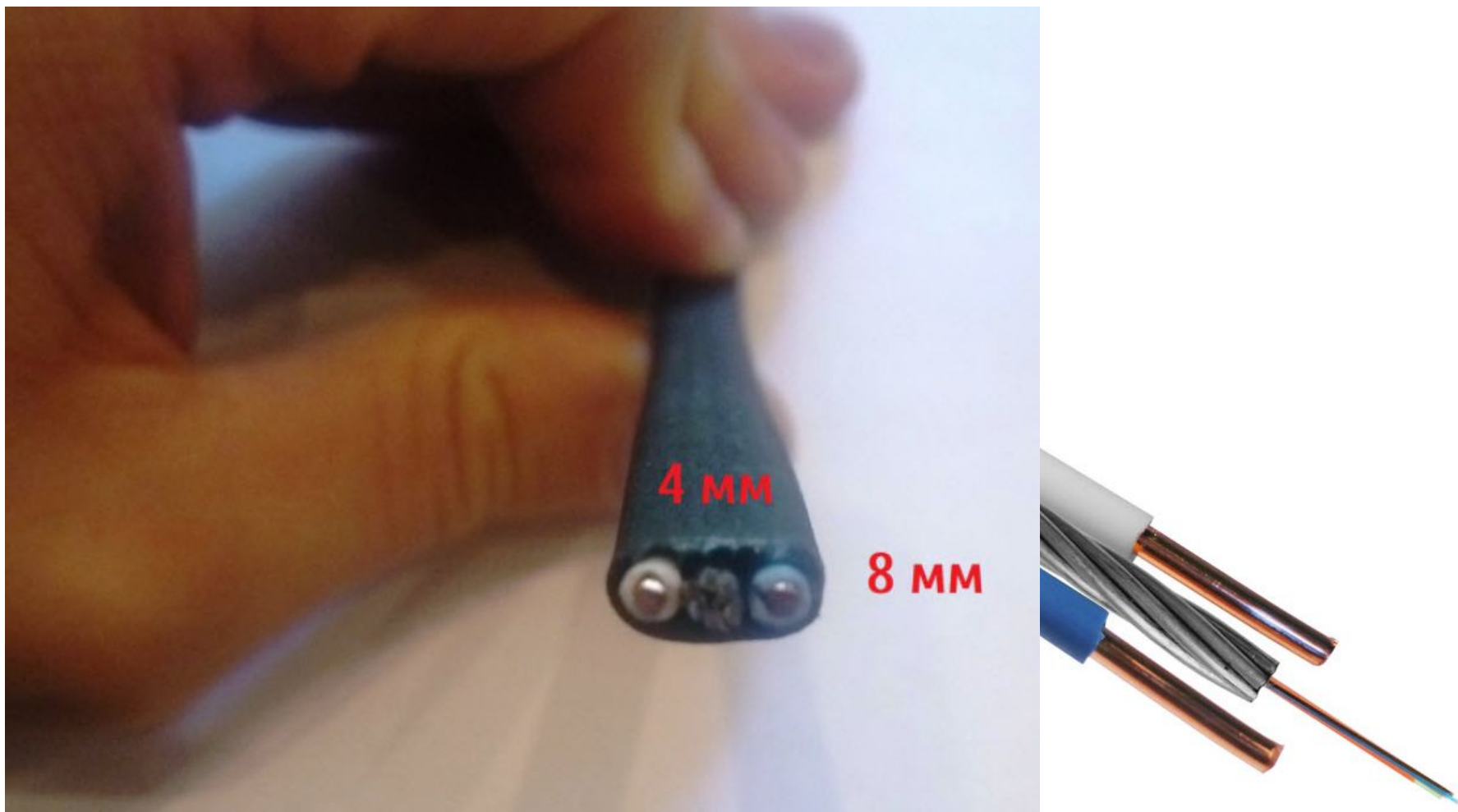
Наименование	Допустимое значение
Температурный диапазон хранения и перевозки	от минус 20 до 60 °С
Температурный диапазон монтажа	от минус 20 до 60 °С
Температурный диапазон эксплуатации	от минус 20 до 60 °С
Минимальный радиус изгиба	14 см
Динамическое растягивающее усилие	0.5 кН
Раздавливающее усилие	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



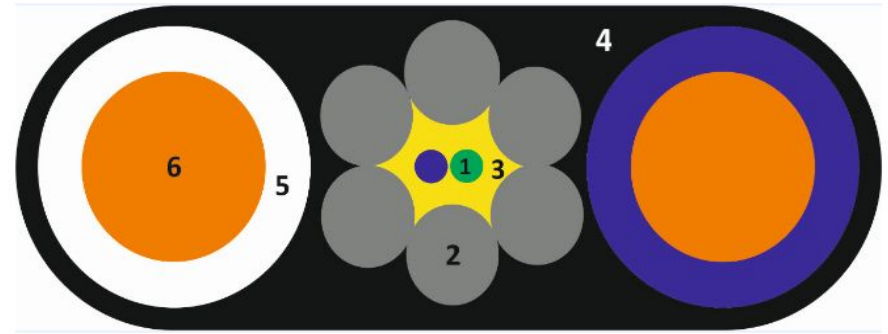


<https://www.cabeltov.ru/>

**СТАРЛИНК – ведущий отечественный производитель бронированных микрокабелей для тяжелых условий эксплуатации**



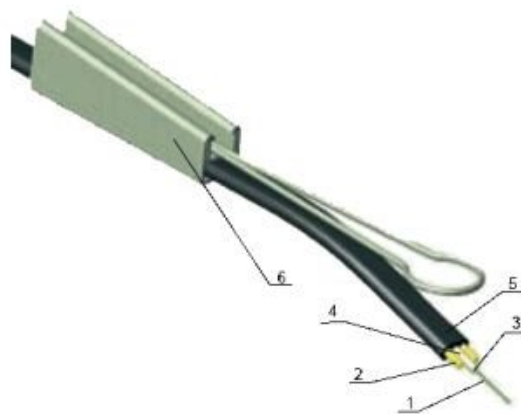
# Оптоэлектрический кабель СЛ-ОЭК-П-НУ-(2Е2-3,5)+2х,1,0



## Технические характеристики кабеля

Количество волокон:	2
Тип волокон:	G.652, SM 9/125
Вид волокна:	<a href="#">Одномодовое</a>
Производитель волокна:	Fujikura
Количество медных жил:	2
Сечение медных жил:	1 мм <sup>2</sup>
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:	<a href="#">Канализация</a> / <a href="#">Подвесной</a> / <a href="#">Вертикальная прокладка</a> / <a href="#">Внутриобъектовый</a>

## 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.

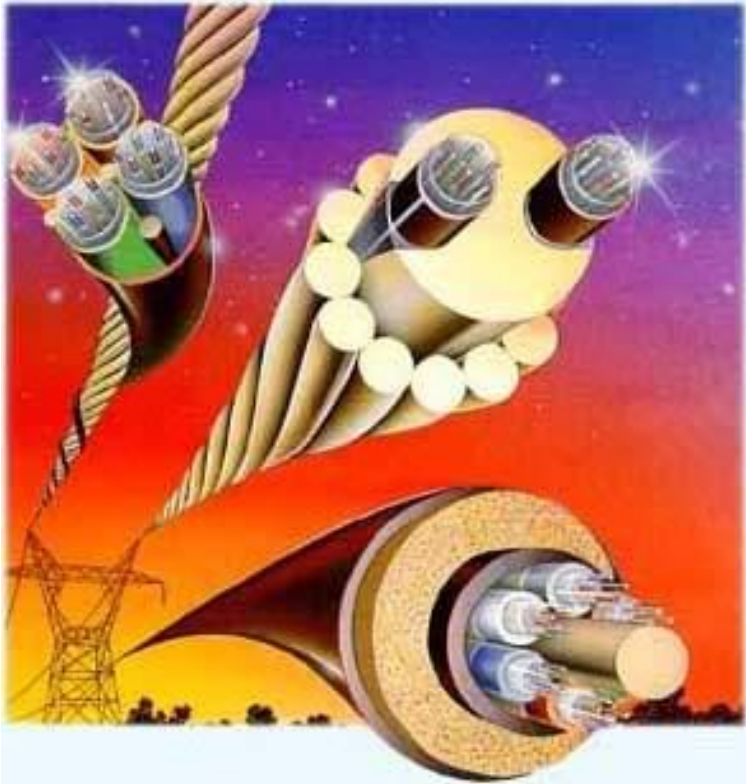
### Основные технические характеристики ИК.../Д2-Т...

№	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 <sub>КАБ</sub>
9	Рабочий диапазон температур, °C	- 60 °C + 70 °C
10	Температура прокладки и монтажа, не ниже, °C	- 10 °C



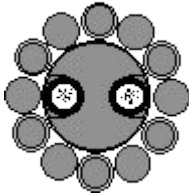
**ВОК воздушной прокладки**

Навивной



В грозотросе ЛЭП

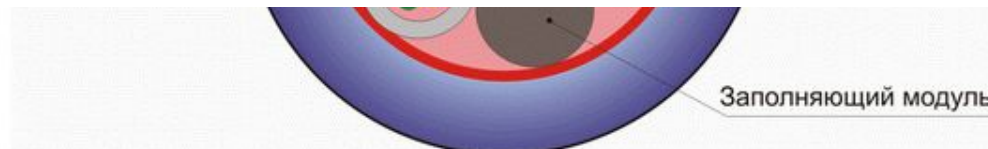
Самонесущий



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

## Технические характеристики

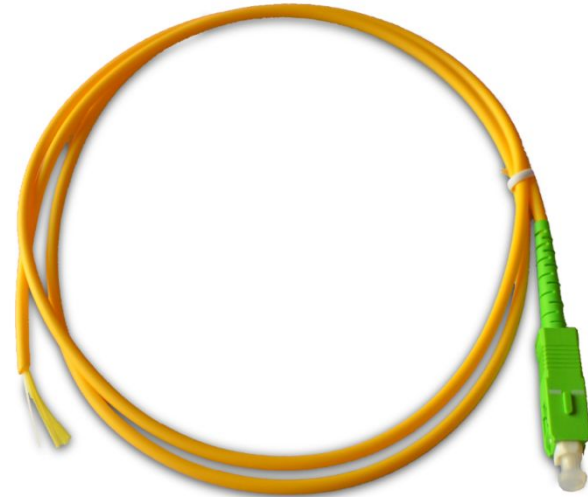
Количество оптических волокон в кабеле, шт.	<b>2 - 144</b>
Максимальное количество оптических волокон в одном модуле, шт	12
Коэффициент затухания, дБ/км, не более, на длине волны: $\lambda=1310/1550$ нм	0,36/0,22
Длина волны отсечки, нм, не более:	1270
Хроматическая дисперсия, пс/(нм*км), не более, в 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***



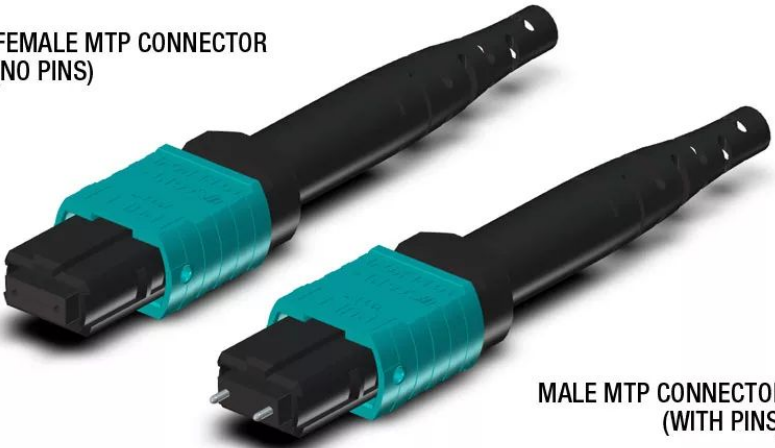
## Переходные патч-корды для data-центров



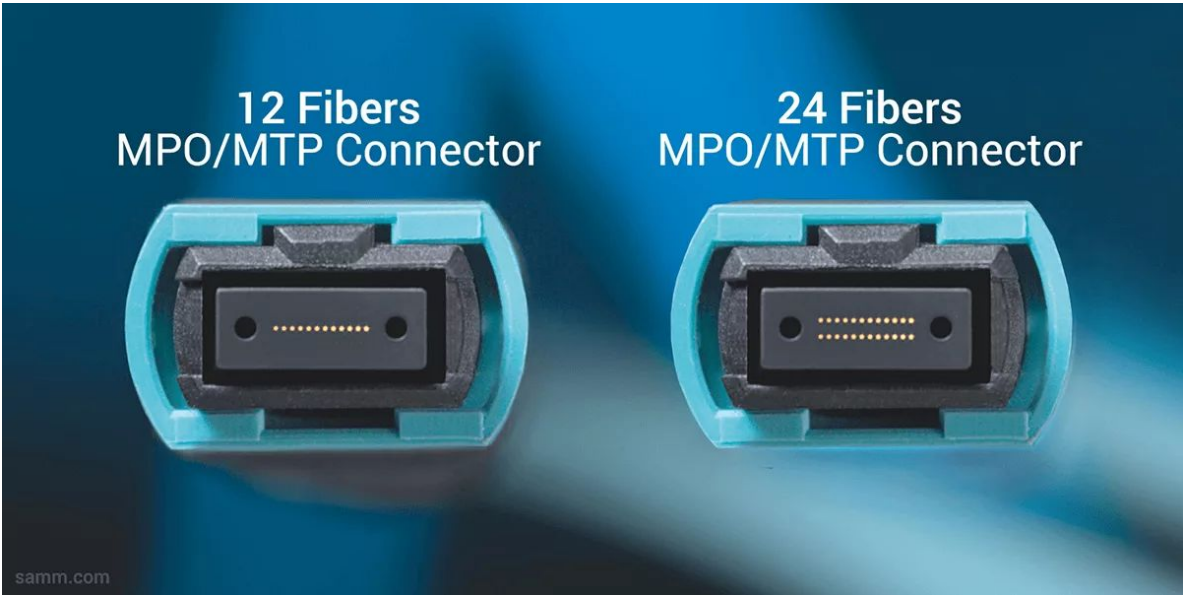
С одной стороны оконцованы многоволоконным коннектором типа MPO/MTP

# Многоволоконные коннекторы для параллельной оптики

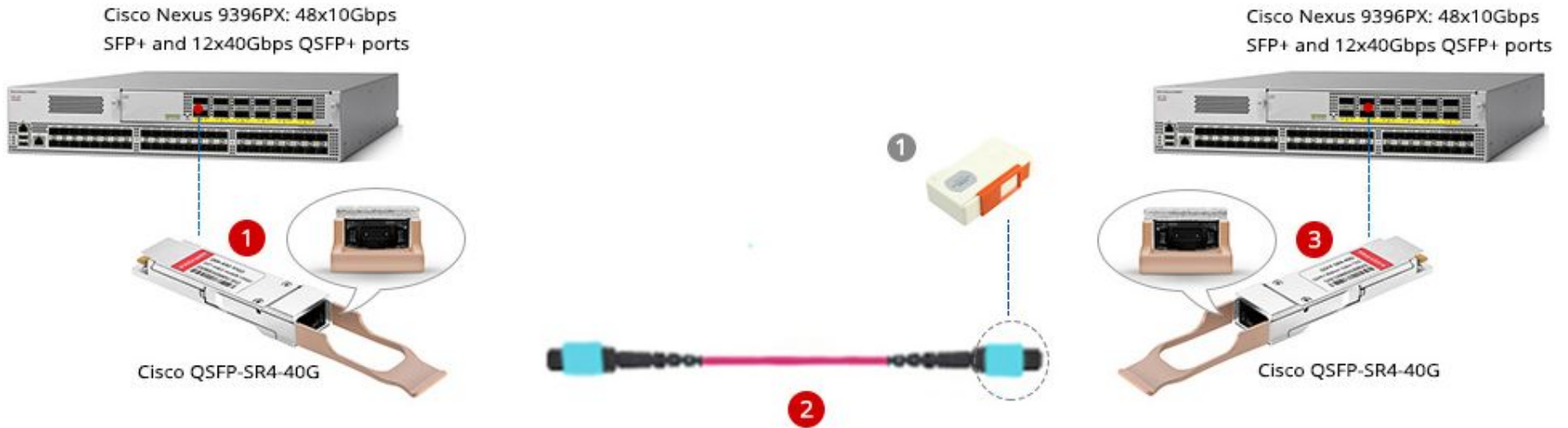
FEMALE MTP CONNECTOR  
(NO PINS)



MALE MTP CONNECTOR  
(WITH PINS)



## Соединение двух Cisco 40G QSFP+ SR4/CSR4 трансиверов



Соединение двух Cisco 40G QSFP+ трансиверов через MTP кабель

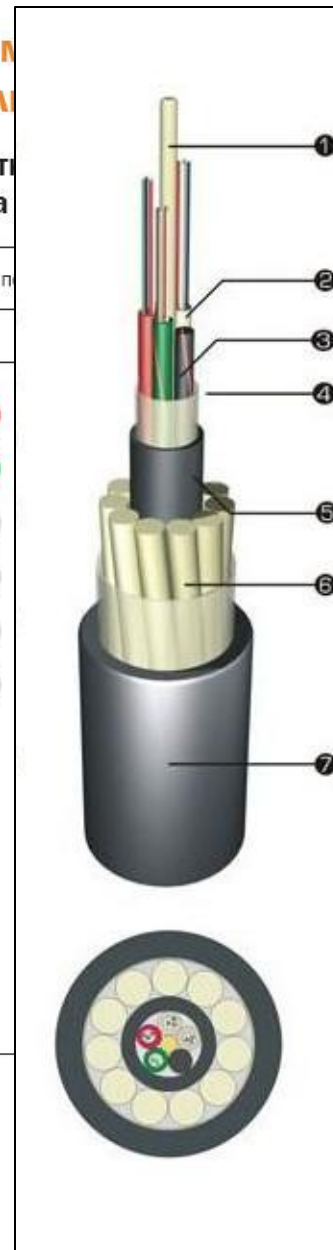
## Цветовая идентификация оптических волокон и модулей в оптических кабелях связи марки «Интегра-Кабель»

Стандартная расцветка оптических волокон в оптическом модуле

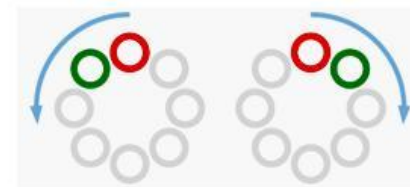
Число волокон в оптическом модуле						Цвет волокна
2	4	6	8	10	12	
●	●	●	●	●	●	Красный
●	●	●	●	●	●	Желтый
	●	●	●	●	●	Зеленый
	●	●	●	●	●	Синий
		●	●	●	●	Коричневый
		●	●	●	●	Черный
			●	●	●	Оранжевый
			●	●	●	Фиолетовый
				●	●	Белый
				●	●	Серый
					●	Бирюзовый
					●	Розовый

Стандартная расцветка оптических модулей в покове сердечника

Число модулей в покове сердечника			
1	2	4	6
○	●	●	●
	○	●	●
		○	○
		○	○
			○
			○



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

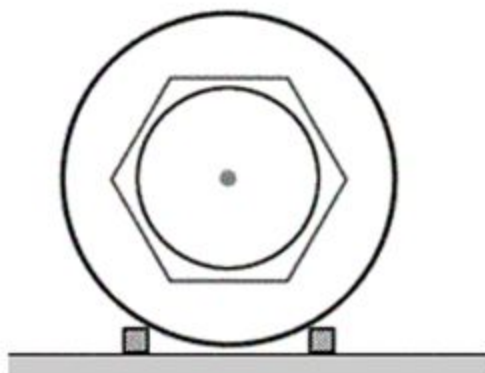
## до 48 элементов

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-КВ-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- Nr. цвета	Измерение затухания 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

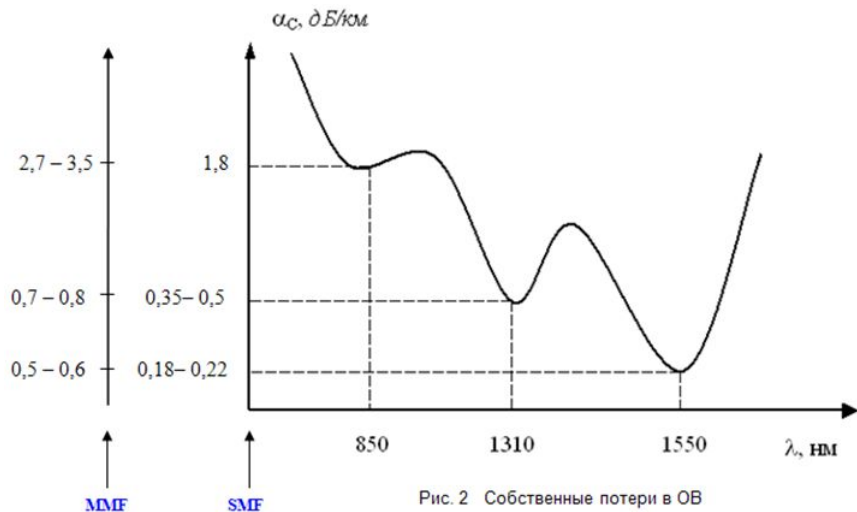


Рис. 2 Собственные потери в ОВ

ОТК 1

06.12.05

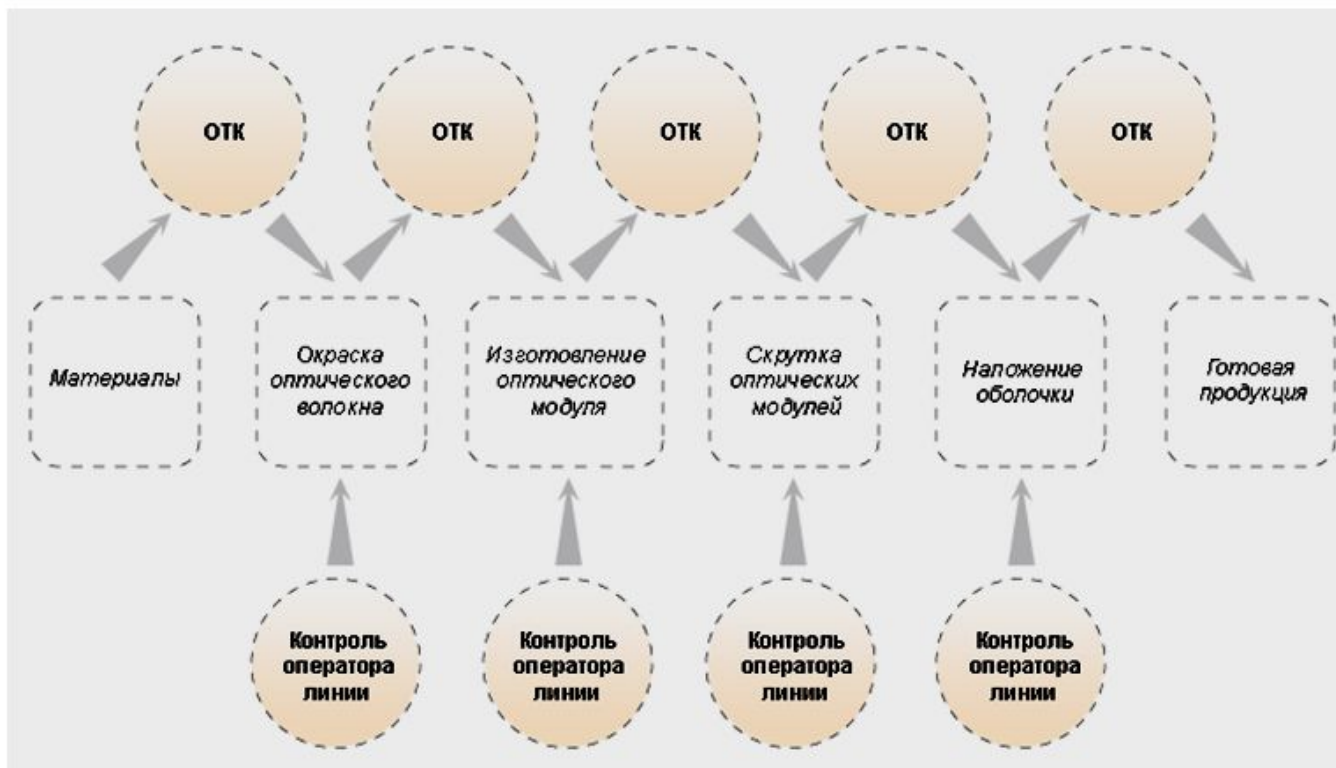
# Производство ВОК

## 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](mailto:mail@incab.ru)

Предприятие оснащено самым современным высокопроизводительным оборудованием фирм Mailefer, Medek&Schorner, Photonium, Comprotec 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





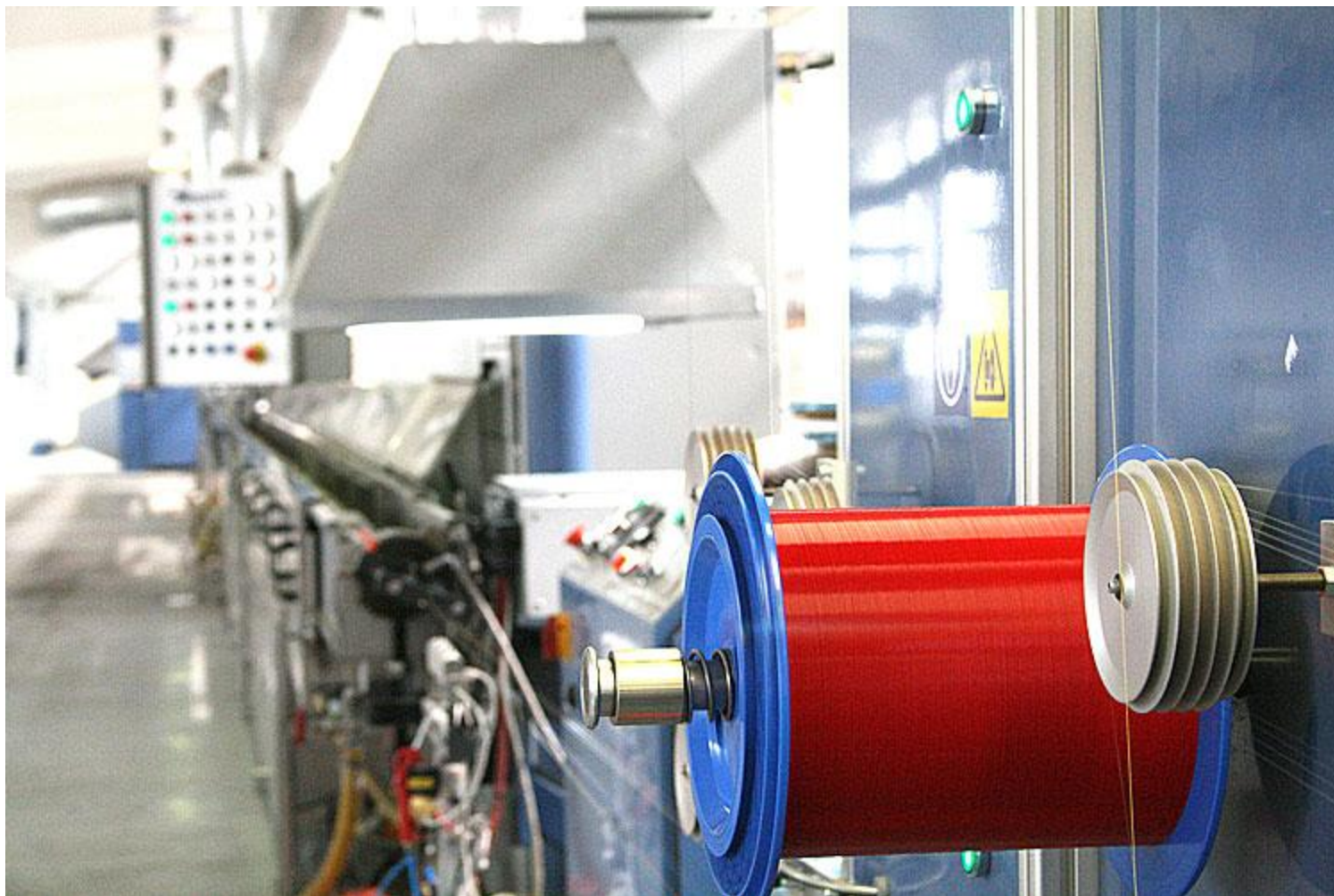
## Производство ВОК

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



**Линия окраски оптического волокна**

## *Производство ВОК*



**Окрашенное оптическое волокно**



## Производство ВОК



Окрашенное оптическое волокно

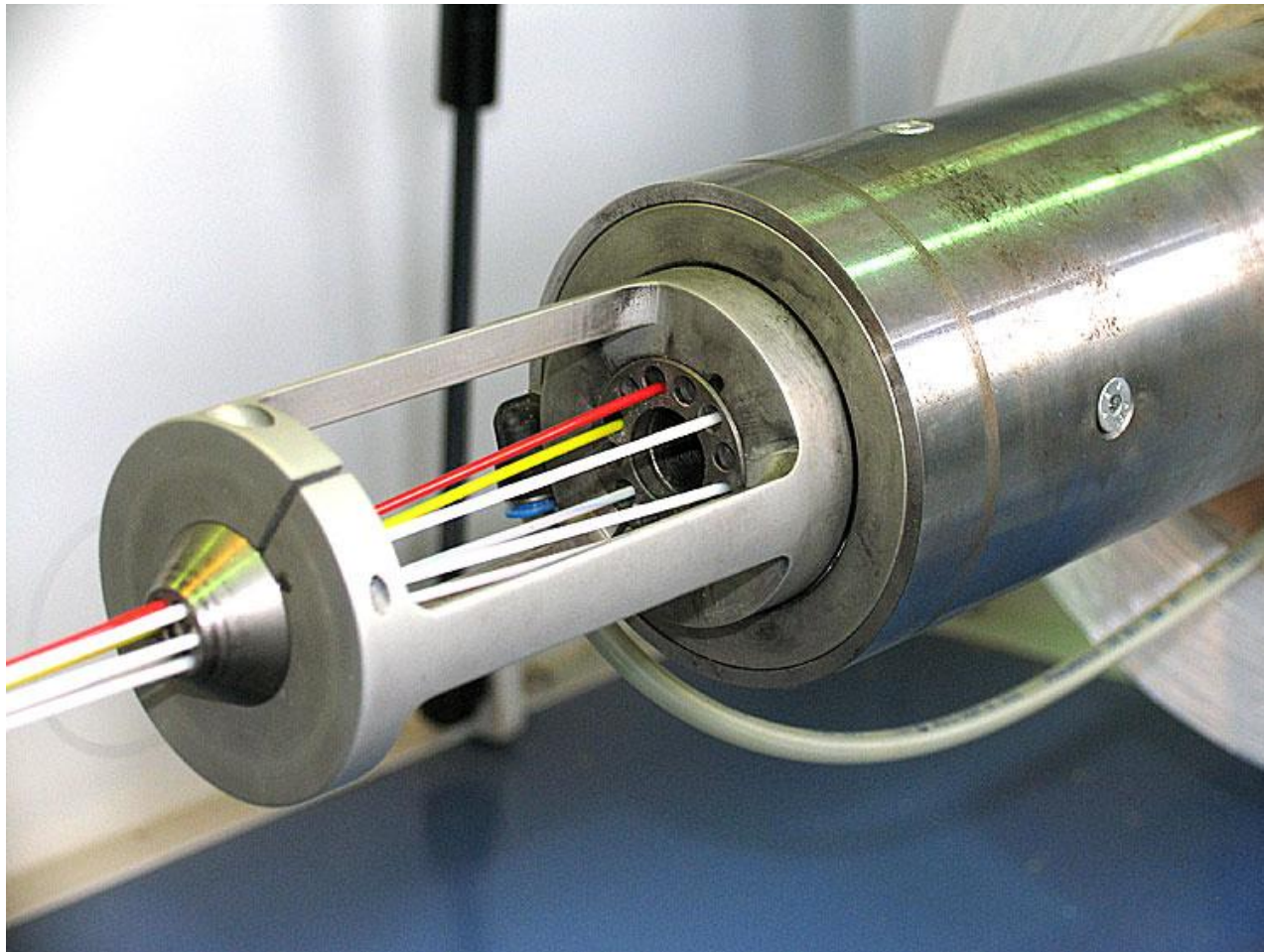
## Производство ВОК



ОВ в оптических модулях

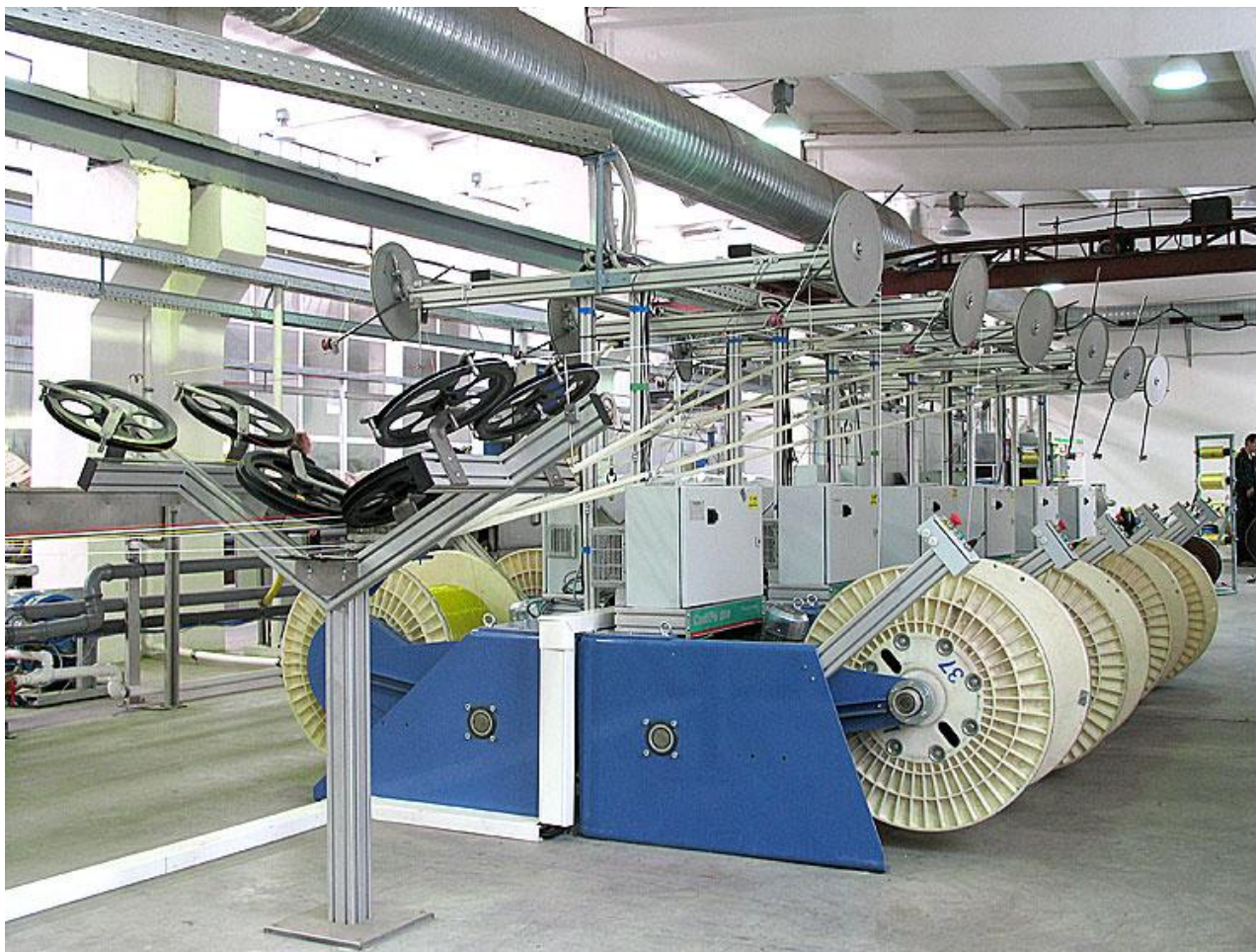


## **Производство ВОК**



**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*



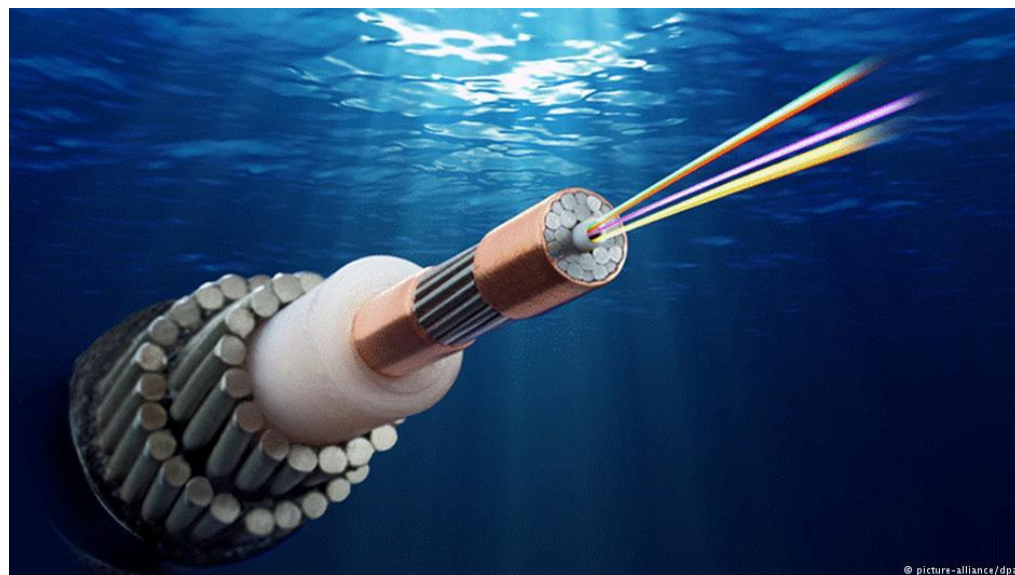
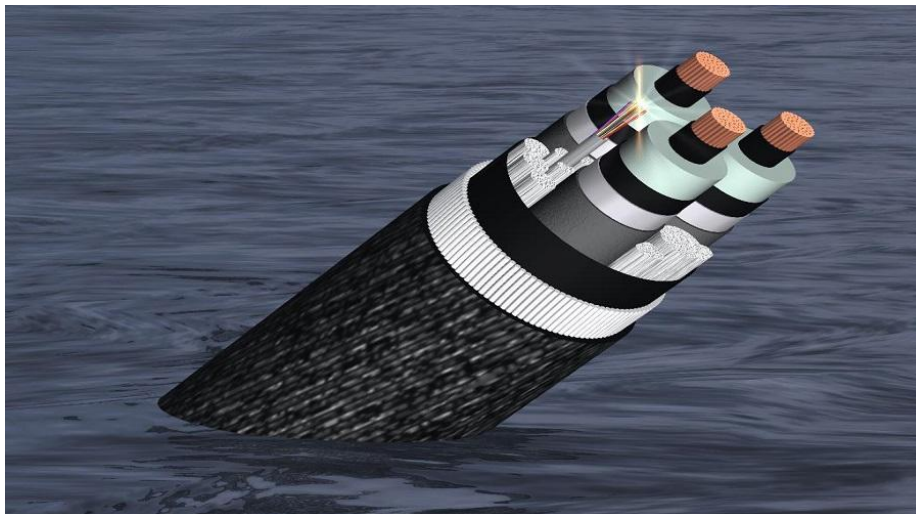
**ПРОКЛАДКА ПОДВОДНОЙ  
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ  
РОССИЯ - УКРАИНА - БОЛГАРИЯ**

## Прокладка ВОК





## Прокладка ВОК



## Прокладка ВОК





## *Прокладка ВОК*





## Прокладка ВОК





## Прокладка ВОК





## Прокладка ВОК





## Прокладка ВОК



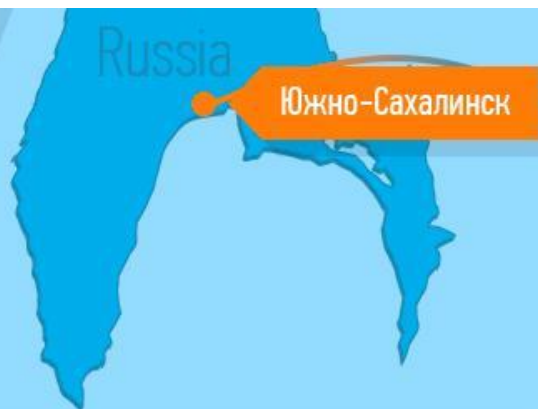
Загрузка на судно-укладчик оптической муфты  
с активным оборудованием

## Прокладка ВОК





Ростелеком



# 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**

Кунашир

Итуруп

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

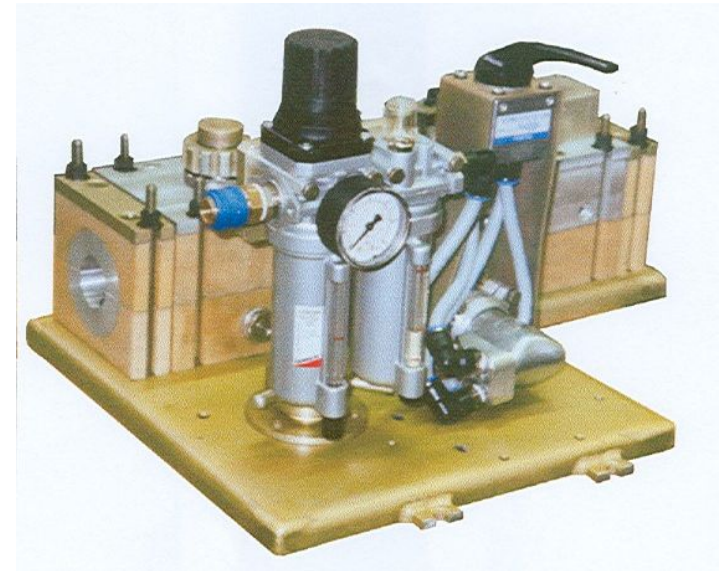
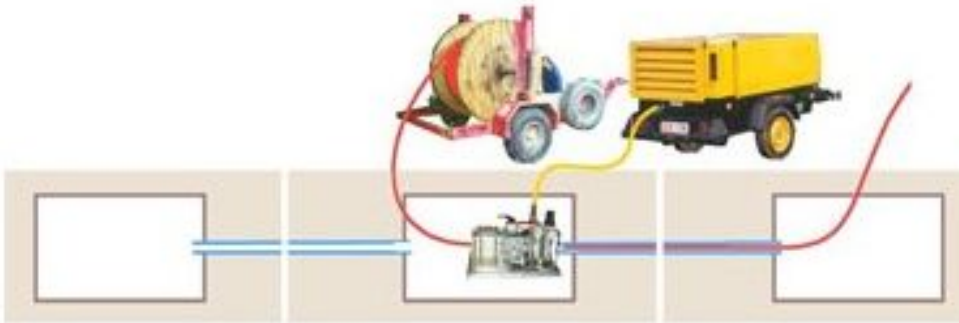


<http://www.zaosi.com/>



## 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 \(2019 г., 1 ч 11 мин\)](#)