

Оптические кабели со специальными свойствами для современных систем и на перспективу

*Международная научно-техническая конференция
«Кабельная промышленность. Наука. Техника. Производство»
им. профессора Пешкова И.Б.*

**Овчинникова И.А., д.т.н., директор
научного направления
ОАО «ВНИИКП»**

irovchinnikova@gmail.com

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА - Дополнительные требования, отличающие от стандартной номенклатуры или значений параметров, установленных в стандартах на конкретную группу продукции

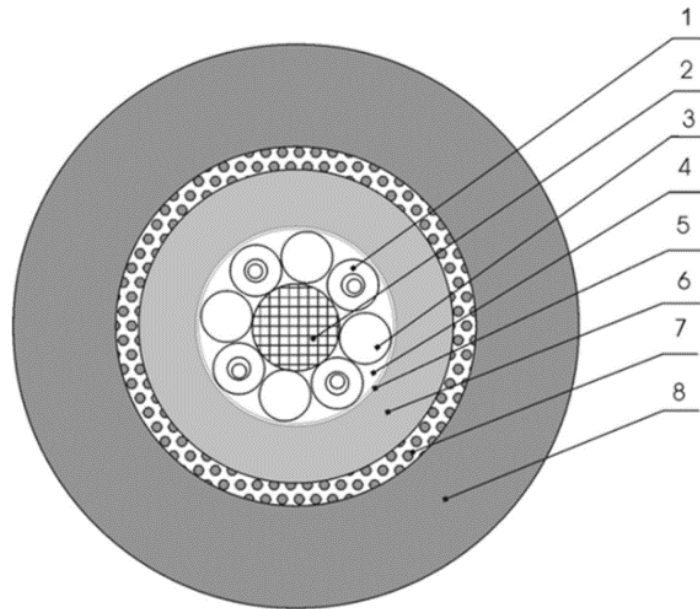
Разработка оптических кабелей со специальными свойствами должна обеспечивать одновременное выполнение стандартного набора требований, обусловленных областью применения, с обязательным обеспечением конструктивно-технологических запасов и запасов по параметрам относительно основных технических требований

ИСПЫТАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПАСА - испытания при нагрузках, превышающих по значениям и (или) продолжительности их воздействия нормы, установленные в техническом задании на разработку изделия, проводимые в целях определения значения или проверки наличия конструктивно-технологических запасов

- Продольная герметичность при повышенном гидростатическом давлении
- Работоспособность в условиях воздействия пламени в совокупности с пожаробезопасностью и другими свойствами
- Стойкость к воздействию радиации
- Малая масса и диаметр при сохранении механической прочности и стойкости к внешним воздействующим факторам
- Расширенный температурный диапазон эксплуатации
- Сейсмостойкость и вибропрочность
- Повышенная надежность
- Стойкость к воздействию вакуума (пониженного давления)
- Стойкость к многократным (сотни циклов) перемоткам, изгибам, закручиваним
- Повышенная чувствительность к определенным видам воздействия (кабели – распределенные чувствительные элементы)

Кабель ОКСс-03

Защищен патентом на полезную модель № RU 166244



1. Оптический модуль
2. Центральный силовой элемент
3. Кордель-заполнения
4. Водоблокирующие материалы
5. Водоблокирующие материалы
6. Внутренняя оболочка
7. Оплетка
8. Защитная оболочка

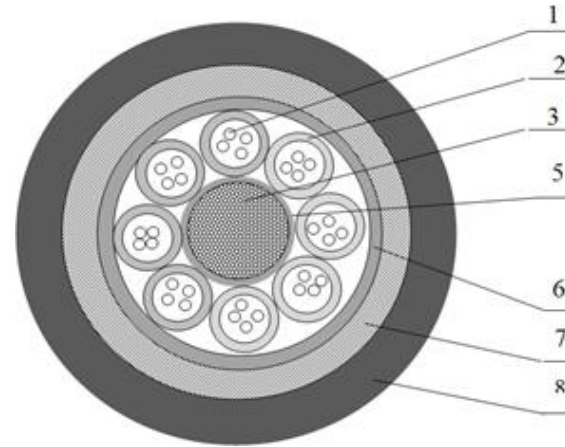
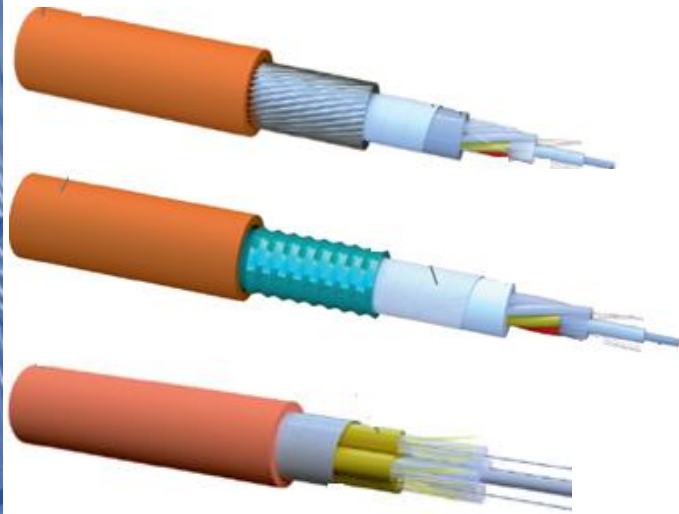
СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА:

- продольная герметичность при гидростатическом давлении 0,5 МПа;
- стойкость к агрессивным газам и жидкостям;
- стойкость к грызунам;
- стойкость к синусоидальной вибрации и механическим ударам;
- стойкость к радиации (в небольших дозах)

Включен в Перечень ЭКБ, разрешенной для применения при разработке, модернизации, производстве и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники (Часть 19).

Кабель на основе многомодового градиентного оптического волокна (50/125 мкм) предназначен для эксплуатации в оптических линиях связи в условиях фиксированного монтажа внутри и вне объекта, обладает продольной и радиальной герметичностью при гидростатическом давлении 0,5 МПа. Работает в температурном диапазоне от минус 40°C до 55°C (кратковременно 70°C). Прочность к воздействию растягивающего усилия кабеля марки ОКСс-03 – до 1 кН. Имеет стойкость к многократным изгибам с радиусом, равным 10 наружным диаметрам кабеля. Наружный диаметр кабеля - 10,3 мм

КАБЕЛИ ДЛЯ АЭС 2 И 3 КЛАССА БЕЗОПАСНОСТИ СО СРОКОМ СЛУЖБЫ 40 ЛЕТ (ТУ 16.К71-467-2014) И 60 ЛЕТ (КЖИБ.27.31.11.541-00217053-2023 ТУ)



Защищены патентом на полезную модель № RU 153285

1. Оптическое волокно
2. Оптический модуль из полимерного материала не содержащего галогенов
3. Центральный силовой элемент
4. Оболочка ЦСЭ из полимерного материала
5. Водоблокирующие элементы
6. Кремнийорганический наполнитель
7. Броня;
8. Наружная оболочка из безгалогеновой полимерной композиции

**ОКСнг(A)-FRHF-01, ОКЗнг(A)-FRHF-01
ОКСЛнг(A)-FRHF, ОКСДнг(A)-FRHF, ОКЗКнг(A)-FRHF**

**ОКМнг(A)-HF-01,
ОКМСнг(A)-FRHF, ОКМДнг(A)-FRHF**

Защищены патентами на полезную модель № RU 157696, на изобретение № 2804313

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА:

- Работоспособность в условиях воздействия пламени в течение 180 мин
- Сейсмостойкость (категория сейсмостойкости I по НП-031-01)
- Не распространяют горение при групповой прокладке (категория А)
- Не имеют в своем составе галогеносодержащих и коррозионно-активных материалов
- Стойкость к воздействию дезактивирующих растворов
- Тропикостойкость
- Увеличенный срок службы – 60 лет (КЖИБ.27.31.11.541-00217053-2023 ТУ) 40 лет (ТУ 16.К71-467-2014)

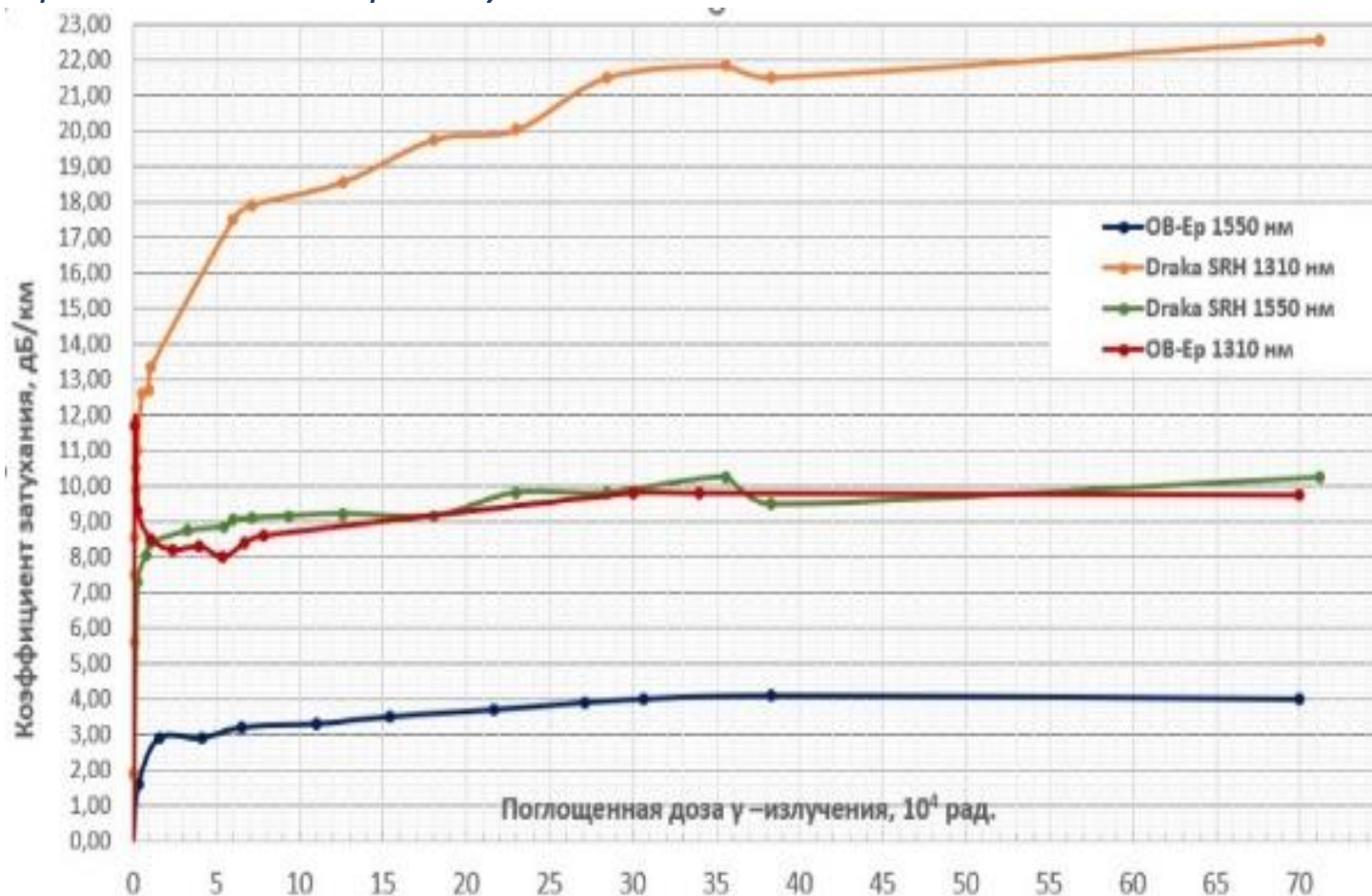


Успешно эксплуатируются на нескольких АЭС

РАДИАЦИОННОСТОЙКОЕ ОДНОМОДОВОЕ ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО



Результаты сравнительных испытаний волокон марок OB-Ep (отечественная разработка) и SRH (импортное фирмы Draka) при воздействии γ -излучения



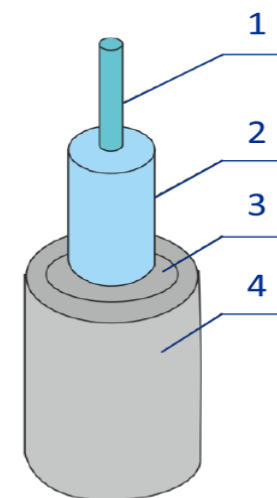
Зависимость РНЗ ($\lambda=1310$ нм и $\lambda=1550$ нм) от значения поглощенной дозы γ -излучения при температуре окружающей среды минус 60°C

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА:

- Радиационная стойкость
- Расширенный температурный диапазон;
- Стойкость к пониженному давлению (вакууму);
- Стойкость к синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц с амплитудой ускорения, м/с^2 (g)
- Срок службы – 30 лет

Освоено в производстве с приемкой «ВП» (АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

Включено в Перечень ЭКБ

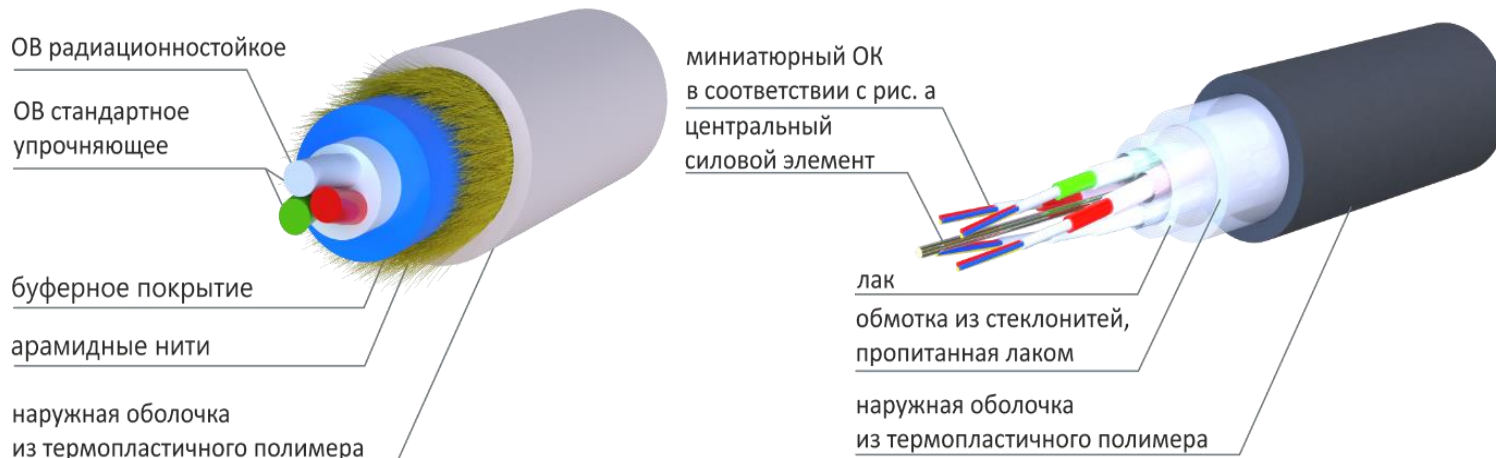


РАДИАЦИОННОСТОЙКИЕ ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ



а)

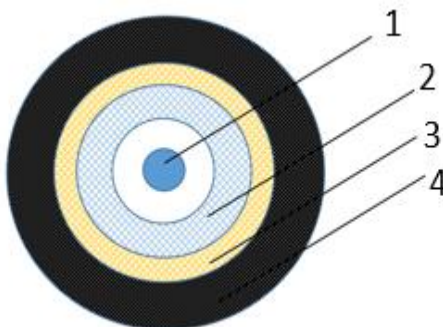
Кабели по КЖИБ 3587.517 ТУ



ОКЦБР-04

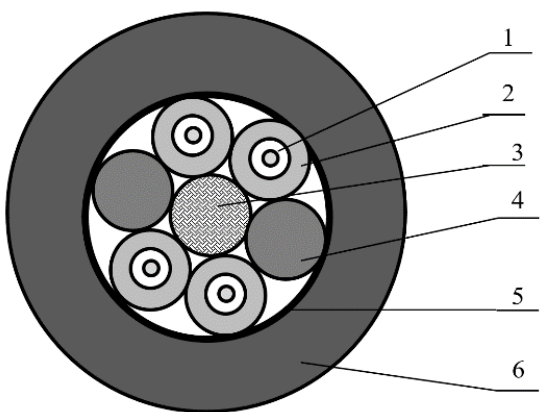
ОКЦБР-05

Кабели по КЖИБ 3587.509 ТУ



ОКЦБР-02:

- 1 – ОВ радиационностойкое;
- 2 – ОМ из поликарбоната;
- 3 – упрочняющие нити;
- 4 – полимерная оболочка

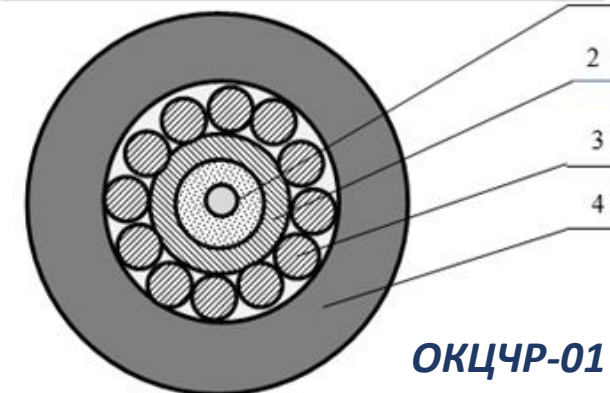


ОКЦБР-03

Освоены в производстве с приемкой «ВП» и включены в Перечень ЭКБ

- 1 – радиационностойкое оптическое волокно (ОВ);
- 2 – оптический модуль (ОМ) из поликарбоната;
- 3 – центральный силовой элемент;
- 4 – кордель заполнения из полимерного материала;
- 5 – скрепляющая лента;
- 6 – наружная оболочка из полимерной композиции не содержащей галогенов

Кабели по КЖИБ 3587.510 ТУ



ОКЦР-01

- 1 – ОВ; 2 – стальная трубка; 3 – броня из проволок;
- 4 – оболочка

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА:

- Радиационная стойкость
- Стойкость к пониженному давлению (вакууму)
- Стойкость к синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц с амплитудой ускорения, м/с² (g)
- Нарботка при $\gamma = 95\%$ при сроке службы 30 лет не менее 150 000 ч
- Стойкость к гидростатическому давлению 1 МПа
- Расширенный температурный диапазон

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИАЦИОННОСТОЙКИХ КАБЕЛЕЙ



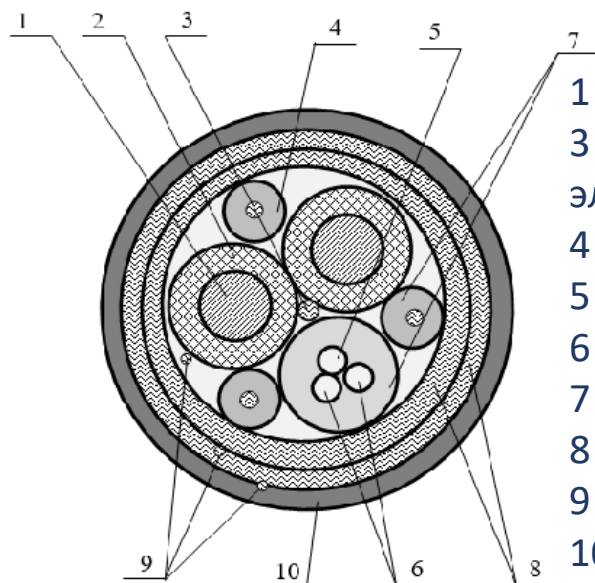
Знания от первоисточника

Марка	ОКЦБР-02	ОКЦБР-03	ОКЦЧР-01	ОКЦБР-04	ОКЦБР-05	ОКЦБР-06
	ОВ SRH			ОВ-Ер		
Наружный диаметр ОК не более, мм	3,0	10,0	6,0	3,0	9,0	9,0
Масса не более, кг/км	13,0	120,0	120,0	20,0	150,0	150,0
Коэффициент затухания, дБ/км, не более, на рабочих длинах волн: $\lambda = 1,31$ мкм $\lambda = 1,55$ мкм		1,0 0,5	1,0 0,5		1,0 0,85	
Растягивающая нагрузка, Н	100	300	800	50	150	150
Эксплуатационные изгибы: радиус изгиба, мм/ число витков	60/5	200/5	120/5	60/10	180/10	180/10
Монтажные изгибы на угол $\pi/2$: радиус изгиба / количество	45/10	150/10	90/10	60/10	180/10	180/10
Синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 5 до 2000 Гц с амплитудой ускорения, м/с ² (g)		100 (10)			150(15)	
Атмосферное пониженное давление при эксплуатации Па (мм рт. ст.)		133,3 (1)			0,0133 (10 ⁻⁴)	
Повышенная температура среды при эксплуатации, °С		85			100	
Пониженная температура среды при эксплуатации, °С		минус 60				
Гидростатическое давление		-			до 1 МПа в течение 24 ч	
Стойкость к воздействию радиации		γ - 2*10 ⁴ рад; нейтр. – 10 ¹³ н/см ²			γ - 5*10 ⁴ рад; нейтр. – 5*10 ¹³ н/см ²	
Наработка при $\gamma = 95$ % при сроке службы 30 лет		не менее 150 000 ч при 40 °С и 10 000 ч при 85 °С			не менее 150 000 ч при 45 °С, 10 000 ч при 85 °С, 500 ч при 100 °С	

МИНИАТЮРНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ – ВЫСОКИЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ МИНИМАЛЬНОМ ДИАМЕТРЕ



Комбинированный кабель-трос ОКЦТ-01 по КЖИБ.27.31.11.527 ТУ

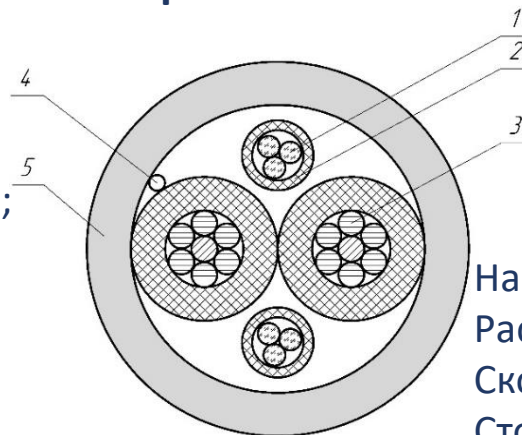


- 1 – ТПЖ; 2 – изоляция ТПЖ;
- 3 – центральный силовой элемент;
- 4 – кордель наполнитель;
- 5 – рабочее ОВ;
- 6 – упрочняющее ОВ;
- 7 – буферное покрытие;
- 8 – повив упрочняющих нитей;
- 9 – обмотка;
- 10 – наружная оболочка

Наружный диаметр – 3,2 мм;
 Наличие ОВ и 2 ТПЖ сечением 0,2 мм²
 Разрывное усилие - не менее 3920 Н;
 Растягивающее усилие – не менее 980 Н в течение 4 часов;
 Диаметр намотки на катушку - 70 мм;
 Температурный диапазон от минус 65 °С до 85 °С

Патент на полезную модель № RU 150288

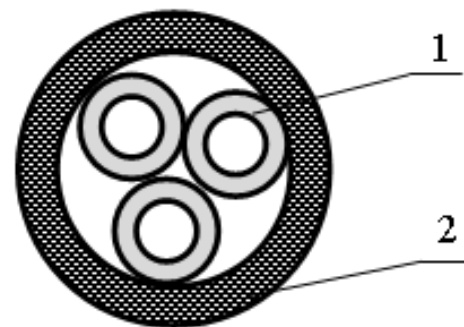
Комбинированный кабель ОКЦ-М2-01-6Е1 по ТУ 16.К71-347-2005



- 1. Оптическое волокно
- 2. Защитное покрытие
- 3. Изолированная токопроводящая жила
- 4. Арамидные нити
- 5. Защитная полимерная оболочка

Наружный диаметр – 4,0 мм;
 Растяжение – 392 Н;
 Скорость размотки – 30 м/с;
 Стойкость к воздействию плесневых грибов, соляного (морского) тумана и других ВВФ;
 Нарботка при $\gamma = 99\%$ в течение срока службы 15 лет – 50 000 часов

Кабель ОКЦБ-01-3Ер-1,5 по ТУ 3587-465-00217053-2014



- 1 – оптическое волокно
- 2 – оболочка из полимерного материала

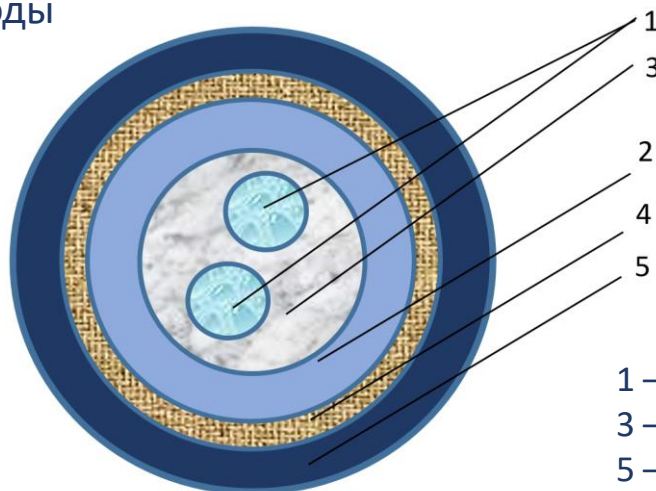
Наружный диаметр – 1,5 мм
 Растягивающее усилие – 50 Н
 Масса 1 км не более - 1,5 кг
 Пониженное давление – 15 мм рт.ст.
 Температурный диапазон от минус 60 °С до 125 °С
 Коэффициент ошибок при скорости передачи информации 100 Гбит/с – не более 10⁻⁹



Оптические микрокабели марок ОКЦДо-01, ОКЦДо-02 по КЖИБ.27.31.11.550-00217053-2023 ТУ

- Количество оптических волокон – 3 (ОКЦДо-01)/1 (ОКЦДо-02)
- Максимальный наружный диаметр – 0,85 мм (ОКЦДо-01)/ 0,5 мм (ОКЦДо-02);
- Допустимое растягивающее усилие, не менее - 100 Н(ОКЦДо-01)/ 20 Н (ОКЦДо-02);
- Прочность на разрыв, не менее - 150 Н (ОКЦДо-01)/ 50 Н (ОКЦДо-02);
- Стойкость к пониженному атмосферному давлению (вакууму) – 10-4 мм рт. ст.;
- Стойкость к синусоидальной вибрации от 5 Гц до 2000 Гц с амплитудой ускорения 150 м/с² (15 g);
- Устойчивость к воздействию морской воды с солёностью до 38 %;
- Стойкость к гидростатическому давлению 10 МПа;
- Стойкость к размотке со скоростью 30 м/с

Оформлена заявка на полезную модель

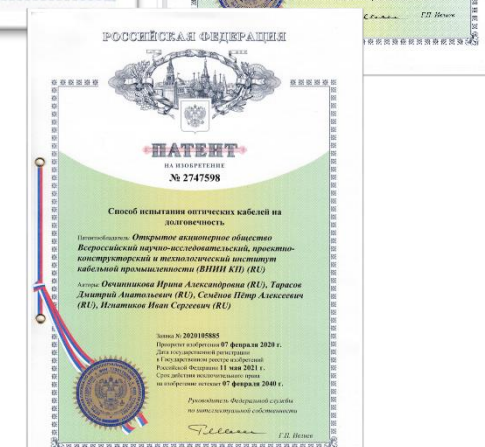
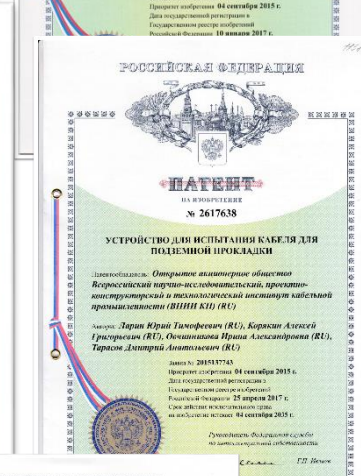


Оптический кабель полевой легкой марки ОКЦПл-01 по ГОСТ РВ 6015-003-2010

- Максимальный наружный диаметр – **2,1 мм**;
- Стойкость к статической растягивающей нагрузке не менее 150 Н;
- Стойкость к воздействию многократных изгибов (не менее 50) с радиусом, менее 15 диаметров кабеля при отрицательной температуре **минус 50 °С**;
- Стойкость к воздействию многократных перемоток (не менее 100) при отрицательной температуре **минус 50 °С**;
- Стойкость к воздействию 50 циклов осевых закручиваний на угол $\pm 360^\circ$ на длине 1 м;
- Стойкость к синусоидальной вибрации, механическим ударам, линейному ускорению и т.п.;
- Стойкость к воздействию дезактивирующих растворов при температуре 60 °С, диоксида азота, озона

- 1 – оптическое волокно; 2 – полимерная трубка;
3 – гидрофобный гель; 4 – упрочняющие нити;
5 – полимерная оболочка

ИСПЫТАНИЯ ПО ПОДТВЕРЖДЕНИЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ



ДЕЙСТВУЮЩИЕ СТАНДАРТЫ НА ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Знания от первоисточника

Обозначение	Наименование стандарта
ГОСТ РВ 6015-003-2010	Компоненты волоконно-оптических систем передачи информации. Кабели оптические специального назначения для военной техники. Общие технические требования
ГОСТ РВ 6015-004-2018	Кабели оптические специального назначения для военной техники. Методы испытаний
ГОСТ РВ 6015-005-2018	Кабели оптические специального назначения для морской техники. Общие технические условия
ГОСТ РВ 6015-006-2019	Кабели оптические специального назначения для военной техники. Методы оценки надежности
ГОСТ РВ 6015-003-2021 ВД	Дополнение к государственному военному стандарту. Компоненты волоконно-оптических систем передачи информации. Кабели оптические специального назначения для военной техники. Общие технические требования
ГОСТ РВ 6015-005-2021 ВД	Дополнение к государственному военному стандарту. Кабели оптические специального назначения для морской техники. Общие технические условия

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!