

**ЛАССАрд**  
РОССИЙСКИЕ ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

**ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА**

**2024**

# ОПТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА, ОПТОВОЛОКОННЫЕ КАБЕЛИ И ПАТЧКОРДЫ

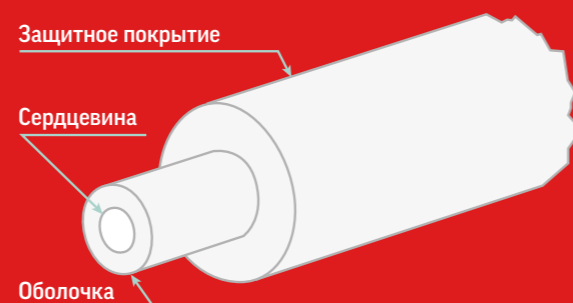
Оптические волокна (волоконные световоды) являются неотъемлемым элементом современных технологий.

Световоды широко применяются в разных областях, от медицины до телекоммуникаций. На основе оптических волокон создают волоконные лазеры, лазерные гироскопы, волоконно-оптические датчики.

В оптоволоконных системах автоматически обеспечивается необходимая гальваническая развязка между источником и приемником, потери энергии минимальны, а передаваемый сигнал не чувствителен к электромагнитным помехам.



Оптическое волокно представляет собой тонкую нить из прозрачного материала с сердцевиной, внутри которой свет распространяется не выходя наружу - за счет полного внутреннего отражения от стенок. Оптическое волокно состоит из соосных сердцевины, оболочки и защитно-упрочняющего покрытия.



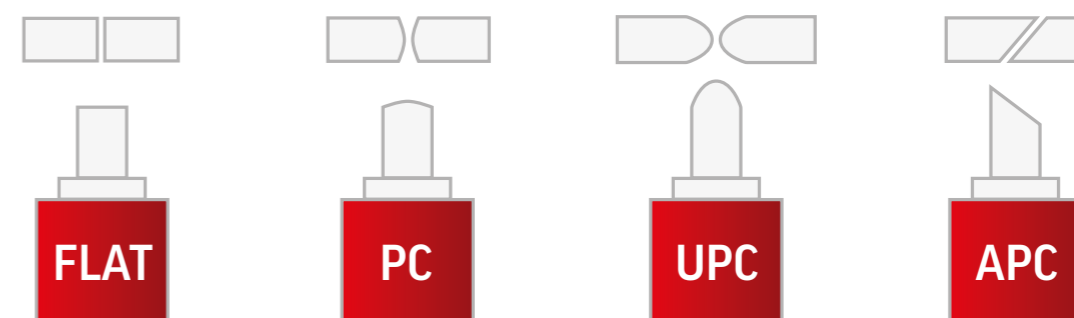
Одно или несколько оптических волокон вместе с упрочняющими элементами, заключенные в общую оболочку, формируют оптоволоконный кабель. Такой кабель, оснащенный соединительными разъемами на одном или обоих концах, называется соединительным (с одинаковыми разъемами на концах) или переходным (с разными разъемами на концах) оптическим патчкордом.



Компания «ЛАССАРД» производит кварцевые оптические волокна и оптоволоконные кабели на их основе. В ассортименте волокна с диаметром сердцевины от 4 до 1000 мкм длиной до 1 км - одномодовые и многомодовые, с большой числовой апертурой (LMA), тейпированные, радиационно стойкие, устойчивые к водороду, с сохранением поляризации, активные (легированные), с акрилатным, алюминиевым и медным покрытием, с двойной оболочкой (DC).

Диаметр светотражающей оболочки наших волокон -  
**от 110 мкм до 1100 мкм,**  
диаметр защитного покрытия -  
**от 140 мкм до 1500 мкм.**

Оптоволоконные патчкорды изготавливаются длиной от 1 м до 50 м (по запросу - до 100 м) и оснащаются разъемами SMA-905, D-80, FC и ST. Возможные типы полировки торцов оптоволоконна: FLAT, PC, UPC (опционально возможна полировка APC).



## ПАССИВНЫЕ ВОЛОКНА



Пассивные волокна используются для передачи оптических сигналов, для подвода излучения от источников света в необходимую точку или для подвода сигнала к датчику.

Пассивные волокна делятся  
**на многомодовые и одномодовые** -  
они отличаются диаметром сердцевины.

Мы предлагаем кварцевые пассивные волокна, легированные фтором, с медным, алюминиевым и акрилатным покрытиями. Волокна с акрилатным покрытием используются в медицине. Медное покрытие необходимо для волокон, рассчитанных на высокие температуры, тогда как алюминий применяется для задач, где не допускается окисление, или в условиях вакуума.

**Пассивное волокно, легированное фтором, покрытое медью, 600/660 мкм, 0.22 NA**

### ПРИМЕНЕНИЯ

> Среда с агрессивными температурами



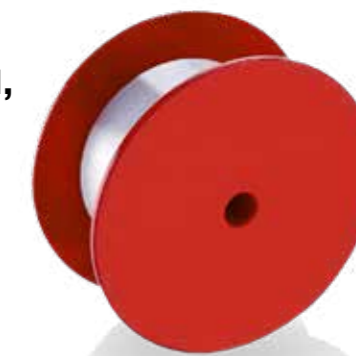
### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон	500...1600 нм
Диаметр сердцевины	600 мкм
Диаметр оболочки	660 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.22
Коэффициент затухания в сердцевине	≤ 30.0 Дб/км @ 1300 нм ≤ 15.0 Дб/км @ 1200 нм
Диаметр покрытия	840 мкм
Погрешность концентричности сердцевины и оболочки	≤ 2.0 мкм
Материал покрытия	Медь
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )

**Пассивное волокно, легированное фтором, покрытое алюминием, 600/660 мкм, 0.22 NA**

### ПРИМЕНЕНИЯ

> Условия вакуума



### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон	500...1600 нм
Диаметр сердцевины	600 мкм
Диаметр оболочки	660 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.22
Коэффициент затухания в сердцевине	≤ 30.0 Дб/км @ 1300 нм ≤ 15.0 Дб/км @ 1200 нм
Диаметр покрытия	840 мкм
Погрешность концентричности сердцевины и оболочки	≤ 2.0 мкм
Материал покрытия	Медь
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )

**Пассивное волокно,  
легированное фтором, покрытое акрилатом,  
600/660 мкм, 0.22 NA**

**ПРИМЕНЕНИЯ**

> Медицина



**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Рабочий диапазон	500...1600 нм
Диаметр сердцевины	600 мкм
Диаметр оболочки	660 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.22
Коэффициент затухания в сердцевине	≤ 30.0 Дб/км @ 1300 нм ≤ 15.0 Дб/км @ 1200 нм
Диаметр покрытия	840 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и оболочки	≤ 2.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )

Пассивные волокна изготавливаются из неактивированных стекол, где главным критерием выступают оптические потери материала на рабочей длине волны.



**АКТИВНЫЕ ВОЛОКНА**



Активные волокна - это световоды, в состав материала которых входят ионы активных элементов - способных поглощать излучение накачки и излучать на другой длине волны в процессе вынужденного излучения.

Активный ион может вводиться как в сердцевину световода, так и в его отражающую оболочку, если по ней распространяется заметная часть оптической мощности.

Мы изготавливаем преформы для волокон, легированных эрбием, иттербием, тулнием, неодимом и гольмием методами MCVD (Modified Chemical Vapour Deposition, модифицированное химическое осаждение из газовой фазы) и SPCVD (Surface Plasma Chemical Vapor Deposition, поверхностное плазмохимическое осаждение из газовой фазы).

	Легирующий элемент	Рабочий диапазон длин волн	Диаметр сердцевины/ оболочки/покрытия, мкм	Числовая апертура сердцевины
1			20/400/550	0.065
2	иттербий	1015...1115 нм	14/250/395	0.070
3			15/130/245	0.080
4			25/255/395	0.065
5	тулий	1900... 2100 нм	10/130/215	0.150
6	эрбий+ иттербий	1530... 1625 нм	10/125/215	0.110
7			30/250/350	0.090
8	неодим	900... 950 нм	5/80/170	0.160
9	гольмий	2000 нм	8/125/245	0.160

## Активное волокно, легированное ионами иттербия, с двойной оболочкой, 20/400 мкм, 0,06/0,46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

- > Монолитные лазеры и усилители с высокой средней мощностью
- > Волоконные разветвители, ответвители и соединители/устройства ввода накачки с большой площадью моды
- > Кабели для подвода высокоомощной накачки и соединительные патчкорды
- > Промышленность, медицина, оборонный комплекс

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон	1015...1115 нм
Диаметр сердцевины	20.0 ± 1.5 мкм
Диаметр оболочки	400.0 ± 10.0 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.06 ± 0.005
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент затухания в сердцевине	≤ 30.0 Дб/км @ 1300 нм ≤ 15.0 Дб/км @ 1200 нм
Коэффициент затухания в оболочке	≤ 15.0 Дб/км @ 1095 нм
Коэффициент поглощения в оболочке	0.40 ± 0.05 Дб/м @ 915 нм
Дифференциальная эффективность	> 70 % @ 915 нм
Диаметр покрытия	550.0 ± 15.0 мкм
Погрешность концентричности сердцевины и оболочки	≤ 2.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )

Оно также позволяет работать с высокоэнергетическими импульсами с высокой частотой повторения.



Волокно гарантирует для лазеров и усилителей отличные характеристиками профиля пучка, компактные размеры конструкций, превосходную надежность и эксплуатацию устройств без технического обслуживания.

## Активное волокно, легированное ионами иттербия, с двойной оболочкой, 14/250 мкм, 0,07/0,46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

- > Волоконные лазеры и усилители

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон длин волн	1015...1115 нм
Диаметр сердцевины	14.0 ± 1.0 мкм
Диаметр оболочки	250.0 ± 5.0 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.070 ± 0.005
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент затухания в сердцевине	≤ 20.0 Дб/км @ 1200 нм
Коэффициент затухания в оболочке	≤ 15.0 Дб/км @ 1095 нм
Коэффициент поглощения в оболочке	0.80 ± 1.0 Дб/м @ 915 нм 2.7 Дб/м вблизи 976 нм
Диаметр покрытия	395.0 ± 15.0 мкм
Погрешность концентричности сердцевины и оболочки	≤ 1.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )



## Активное волокно, легированное ионами иттербия, с двойной оболочкой, 15/130 мкм, 0,08/0,46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

- > Импульсные волоконные лазеры и усилители
- > Обработка материалов
- > Лидары
- > Нелинейная оптика/удвоение частоты

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон длин волн	1060...1115 нм
Диаметр сердцевины	15.0 ± 1.5 мкм
Диаметр оболочки (flat-to-flat)	130.0 ± 1.0 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.080 ± 0.005
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент затухания в оболочке	≤ 15.0 Дб/км @ 1095 нм
Коэффициент поглощения в оболочке	1.80 ± 0.20 Дб/м @ 915 нм 5.40 дБ/м вблизи 976 нм
Двулучепреломление	-
Диаметр покрытия	245.0 ± 10.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и покрытия	< 5.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и оболочки	< 1.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )



## Активное волокно, легированное ионами иттербия, с двойной оболочкой, 25/250 мкм, 0,07/0,46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

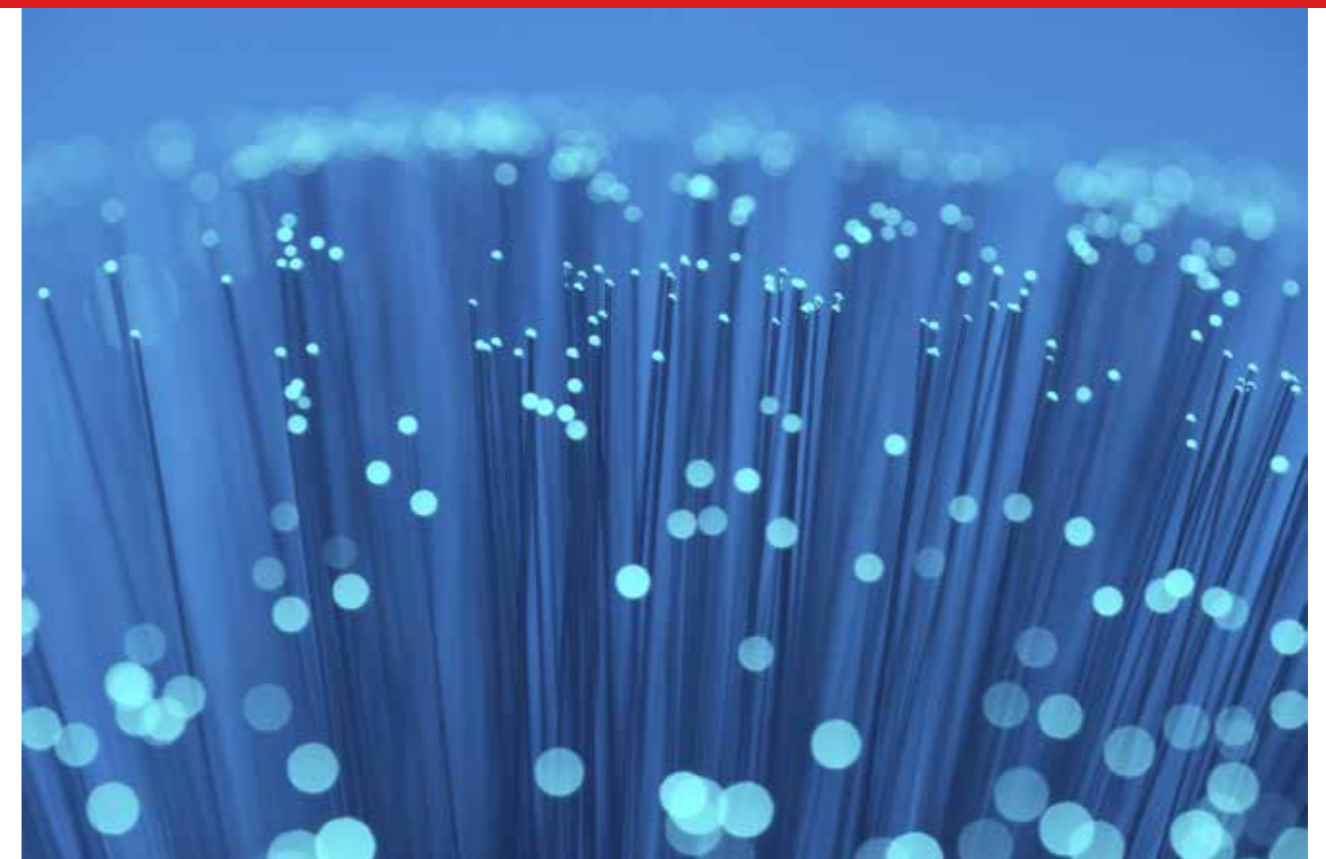
- > Усилители с высокой пиковой мощностью
- > Обработка материалов
- > Лидары
- > Нелинейная оптика/генерация второй гармоники



### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон длин волн	1060...1115 нм
Диаметр сердцевины	25.0 ± 1.5 мкм
Диаметр оболочки	250.0 ± 5.0 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.065 ± 0.005
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент затухания в сердцевине	≤ 45.0 Дб/км @ 1300 нм ≤ 30.0 Дб/км @ 1200 нм
Коэффициент затухания в оболочке	≤ 15.0 Дб/км @ 1095 нм
Коэффициент поглощения в оболочке	1.60 ± 0.15 Дб/м @ 915 нм 4.80 дБ/м вблизи 975 нм
Двулучепреломление	2*10 <sup>-4</sup>
Диаметр покрытия	395.0 ± 15.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и покрытия	< 5.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и оболочки	< 2.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )

Различное легирование задаёт необходимые длины волн для создания инверсной заселенности.



## Активное волокно, легированное ионами тулия, с двойной оболочкой, 10/125 мкм, 0,14/0,46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

- > Непрерывные и импульсные лазеры/усилители низкой и средней мощности
- > Безопасные для глаз лазеры для промышленных и медицинских применений
- > Лидары (дальномеры) военного и коммерческого назначения
- > Накачка гольмиевых лазеров и усилителей

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон длин волн	1900...2100 нм
Диаметр сердцевины	10.0 мкм
Диаметр оболочки	125.0 ± 1.5 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.140
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент затухания в оболочке	≤ 15.0 Дб/км @ 860 нм
Коэффициент поглощения в оболочке	1.50 ± 0.30 Дб/м @ 1180 нм 9.00 Дб/м @ 793 нм
Двулучепреломление	-
Диаметр покрытия	215.0 ± 10.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и покрытия	< 5.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и оболочки	≤ 1.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )



## Активное волокно, легированное ионами эрбия-иттербия, с двойной оболочкой, 10/125 мкм, 0,14/0,46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

- > Лазеры и усилители на 1.5 мкм (системы связи/телекоммуникации)
- > Лидары (дальномеры) военного и коммерческого назначения
- > Импульсные волоконные лазеры с высокой пиковой мощностью



### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон длин волн	1530...1625 нм
Диаметр сердцевины	10.0 мкм
Диаметр оболочки	125.0 ± 1.5 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.2
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент затухания в оболочке	≤ 30.0 Дб/км @ 1095 нм
Коэффициент поглощения в оболочке	2.90 ± 0.60 Дб/м @ 915 нм
Коэффициент поглощения в сердцевине	50.0 ± 20.0 Дб/м вблизи 1530 нм
Диаметр покрытия	215.0 ± 5.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и покрытия	< 5.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и оболочки	≤ 1.30 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )

## Активное волокно, легированное ионами эрбия и иттербия, с двойной оболочкой, 30/250 мкм, 0,09/0,46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

- > Высокомощные лазеры и усилители
- > Одночастотные системы
- > Лидары (дальномеры) военного и коммерческого назначения
- > Импульсные волоконные усилители с высокой пиковой мощностью



### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон длин волн	1530...1625 нм
Диаметр сердцевины	30.0 ± 3.0 мкм
Диаметр оболочки	250.0 ± 8.0 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.090
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент затухания в оболочке	≤ 30.0 Дб/км @ 1095 нм
Коэффициент поглощения в оболочке	6.00 ± 1.00 Дб/м @ 915 нм
Коэффициент поглощения в сердцевине	100.0 ± 20.0 Дб/м вблизи 1535 нм
Диаметр покрытия	350.0 ± 10.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и оболочки	≤ 3.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )

## Активное волокно, легированное ионами неодима, с двойной оболочкой, 5/80 мкм, 0.16/0.46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

- > Волоконные лазеры



### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон	900...950 нм
Диаметр сердцевины	5.0 ± 0.5 мкм
Диаметр оболочки	80.0 ± 3.0 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.160 ± 0.005
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент поглощения в оболочке	25.0 ± 5.0 Дб/м @ 808 нм
Диаметр покрытия	170.0 ± 15.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и оболочки	≤ 1.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )

Легирование неодимом позволяет получить волокно с длиной волны 1,06 мкм для создания инверсной заселённости.



Волокно, легированное гольмием, отличается высокой квантовой эффективностью и очень высоким поглощением, поэтому оно идеально подходит для безопасных для глаз волоконных лазеров и оптических усилителей.

## Активное волокно, легированное ионами гольмия, с двойной оболочкой, 8/125 мкм, 0.06/0.46 NA

### ПРИМЕНЕНИЯ

- > Волоконные лазеры с длиной волны 2 мкм
- > Системы с накачкой сердцевины тулиевыми волоконными лазерами



### ХАРАКТЕРИСТИКИ

Рабочий диапазон	2000 нм
Диаметр сердцевины	8.0 ± 1.0 мкм
Диаметр оболочки	125 ± 2 мкм
Числовая апертура сердцевины	0.06 ± 0.005
Числовая апертура первой оболочки	≥ 0.46
Коэффициент поглощения в оболочке	2.5Дб/м @ 890 нм 15 Дб/м@ 1150 нм 45 Дб/м@ 1950 нм 10 Дб/м@ 2050 нм
Дифференциальная эффективность	50 %
Диаметр покрытия	245.0 ± 15.0 мкм
Погрешность concentричности сердцевины и оболочки	≤ 1.0 мкм
Материал покрытия	Акрилат
Уровень пробного испытания	≥ 100 kpsi (0.7 ГН/м <sup>2</sup> )



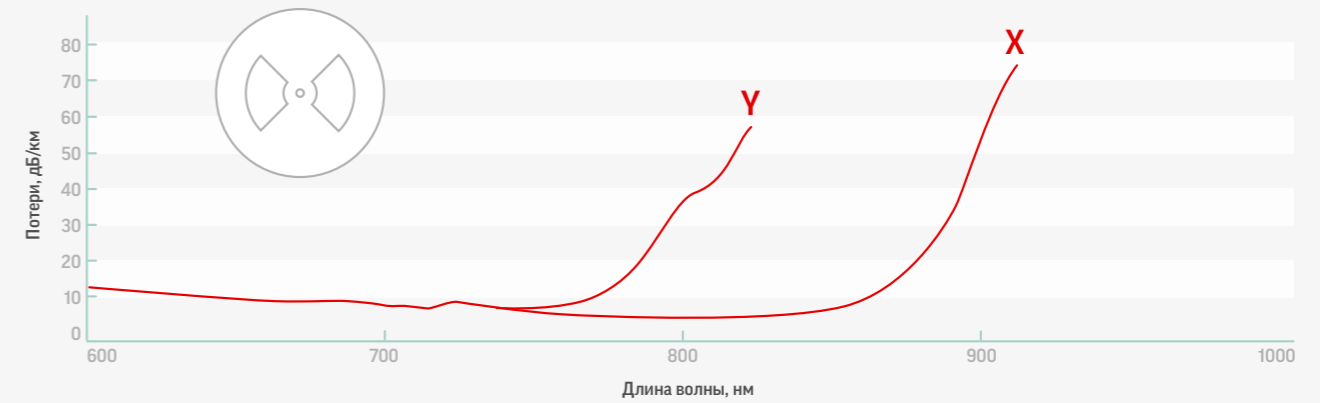
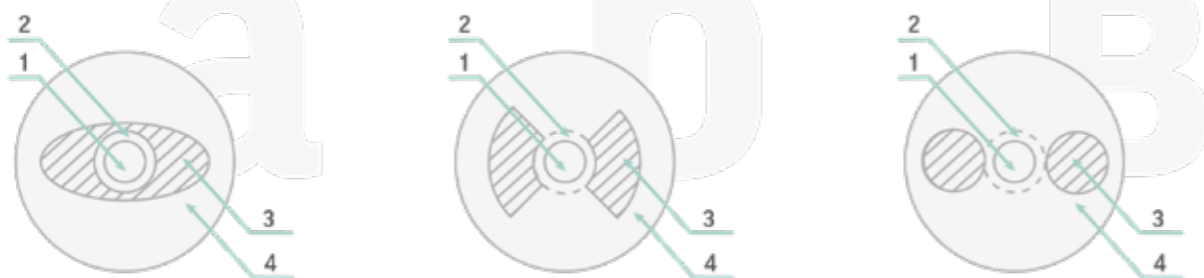
## ВОЛОКНА С СОХРАНЕНИЕМ ПОЛЯРИЗАЦИИ



Пассивные волокна bow-tie и panda относятся к типу сохраняющих поляризацию одномодовых волокон с большим двулучепреломлением.

В отличие от волокон с эллиптической сердцевиной, двулучепреломление в них вызвано анизотропией напряжений в круглой сердцевине. Эти волокна поддерживают распространение излучения, поляризованного только по одной оси. Отрезки таких волокон могут использоваться как волоконно-оптические поляризаторы.

Мы производим как пассивные, так и активные сохраняющие поляризацию волокна.



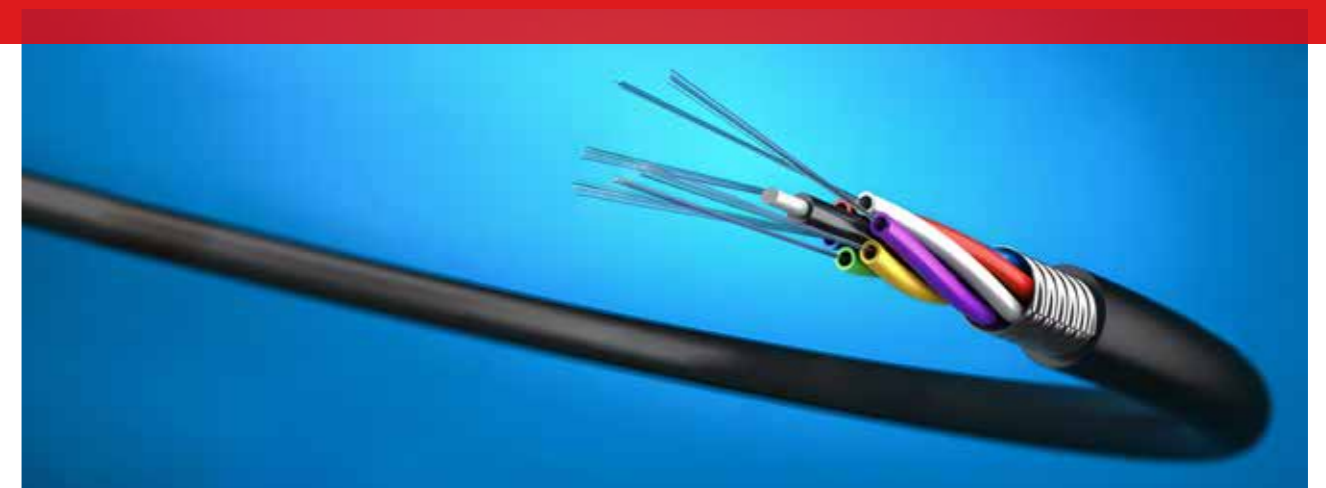
### Волокна особого назначения

К волокнам особого назначения относятся радиационно стойкие, устойчивые к водороду и агрессивным температурам.

Радиационно стойкие изготавливаются с помощью легирования хлоридами (германий, бор, фосфор, фтор), в зависимости от требований к оптоволокну по апертуре.

Устойчивые к высоким температурам волокна **рассчитаны на диапазон от -270 до 900 °C** - они изготавливаются с герметичным медным покрытием.

Устойчивые к водороду волокна применяются в нефтяной промышленности.



## СПЕЦОБРАБОТКА ТОРЦОВ ВОЛОКНА (GLASS PROCESSING)

Помимо стандартных разъемов или свободных срезов (pig tail), торцы волокон могут быть снабжены наконечниками специальной формы: конусом, шариком, сферической линзой, диффузионным и радиальным рассеивателем.

### Наконечник-шарик

Шариковые линзы устанавливаются на волокна с диаметром оболочки от **125 до 600 мкм** для эффективного ввода и вывода излучения.

### Наконечник-линза

Линзы устанавливаются на волокна для увеличения поля, облучаемого световодом. Например, для медицинских применений, связанных с внешним бесконтактным воздействием на ткани, стандартный диаметр составляет 5 или 10 мм.

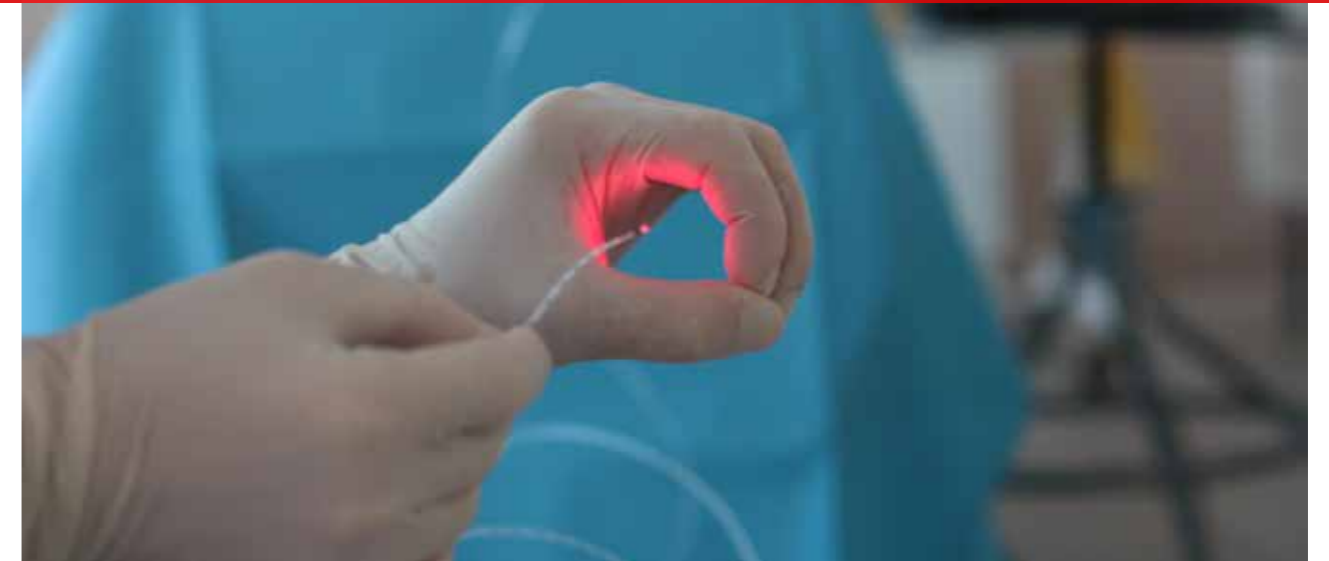
### Диффузионный/радиальный рассеиватель

Световоды диффузионного типа с цилиндрическим рассеянием и длиной рассеивающей части **5, 10, 20, 30, 40, 50 мм** идеально подходят для коагуляции варикозных вен, объемного облучения полостей, внутритканевых и эндоскопических операций.

### Конический торец

Такая конфигурация применяется для диодов с волоконным выходом и в медицине.

**Способы изготовления:** химическое травление, лазерная резка.



## ВОЛОКНА С НЕКРУГЛОЙ ОБОЛОЧКОЙ

Волокна с оболочкой в форме правильных многоугольников, прямоугольника или буквы D обеспечивают эффективную связь мод внутренней оболочки с активированной сердцевинной: в них коэффициент поглощения излучения накачки активной сердцевинной равен 100% - накачка используется с максимальной эффективностью.

Для изготовления волокон с некруглой оболочкой заготовки обрабатывают на плоскошлифовальном и тепломеханическом станках. Доступны к заказу волокна с квадратным, прямоугольным, шести- и восьмиугольным сечением сердцевинной, а также 2D- и D-типов.





# ЛАССАРД



+7 495 125 11 97  
info@lassard.ru  
www.lassard.ru



## ПРОИЗВОДСТВО СТАНКОВ И ШОУРУМ

033 «Технополис Москва»,  
109316, Россия, г. Москва,  
Волгоградский проспект, дом 42, корпус 5



## ПРОИЗВОДСТВО ЛАЗЕРОВ И КОМПОНЕНТОВ

249032, Россия, Калужская обл.,  
г. Обнинск, Киевское шоссе, дом 74



## ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС

117105, Россия, г. Москва,  
Варшавское шоссе, дом 26, строение 11

 lassard\_russia

  ЛАССАРД