



РФАЦ-ВНИИТФ  
РОСАТОМ

# ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

vniitf.ru





## 1 МОЩНЫЕ ОПТОВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ

### Технические характеристики

НАИМЕНОВАНИЕ	ЗНАЧЕНИЕ		
Выходная мощность лазерного излучения, Вт	1000	1500	2000
Диапазон регулировки выходной мощности лазерного излучения, %	10-100		
Длина волны излучения, нм	1070-1090		
Ширина спектра излучения, нм	1-3		
Длина волны излучения лазера подсветки, нм	620-660		
Выходной оптический коннектор	QВН (с водяным охлаждением)		
Коэффициент распространения пучка (M2e)	1,2±0,1	1,2±0,01	1,2±0,01

НАИМЕНОВАНИЕ	ЗНАЧЕНИЕ		
Режим работы	Непрерывный с возможностью модуляции до 5кГц		
Диапазон рабочих температур, °С	От +15 до +35		
Охлаждение	Водяное		
Потребляемая мощность, Вт	3500	4900	7000
Питание	220В	220В, 380В 3фазы	380В 3 фазы
Габаритные размеры, Ш × В × Г	483 × 134 × 860 (3Ux19")	483 × 180 × 860 (4Ux19")	483 × 180 × 860 (4Ux19")
Масса, кг не более	45	55	60
Показатели надежности	Ресурс – 8700 часов Срок службы не менее 5 лет Гарантийные обязательства – в соответствии с договором	Ресурс ~ 8700 часов Срок службы ~ 5 лет	Ресурс ~ 8700 часов Срок службы ~ 5 лет

НАИМЕНОВАНИЕ	ЗНАЧЕНИЕ		
Степень отработки продукции	Литера «O1»	Экспериментальный образец	Экспериментальный образец
Сроки изготовления продукции и производственные возможности	Срок изготовления ~ 9 месяцев с момента заключения договора. Производительность ~ 40 лазеров в год	Срок изготовления ~ 9 месяцев с момента заключения договора.	Срок изготовления ~ 12 месяцев с момента заключения договора.

## 2 НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАДЕЛ ПО ОПТОВОЛОКОННЫМ КОМПОНЕНТАМ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НИР И ОКР

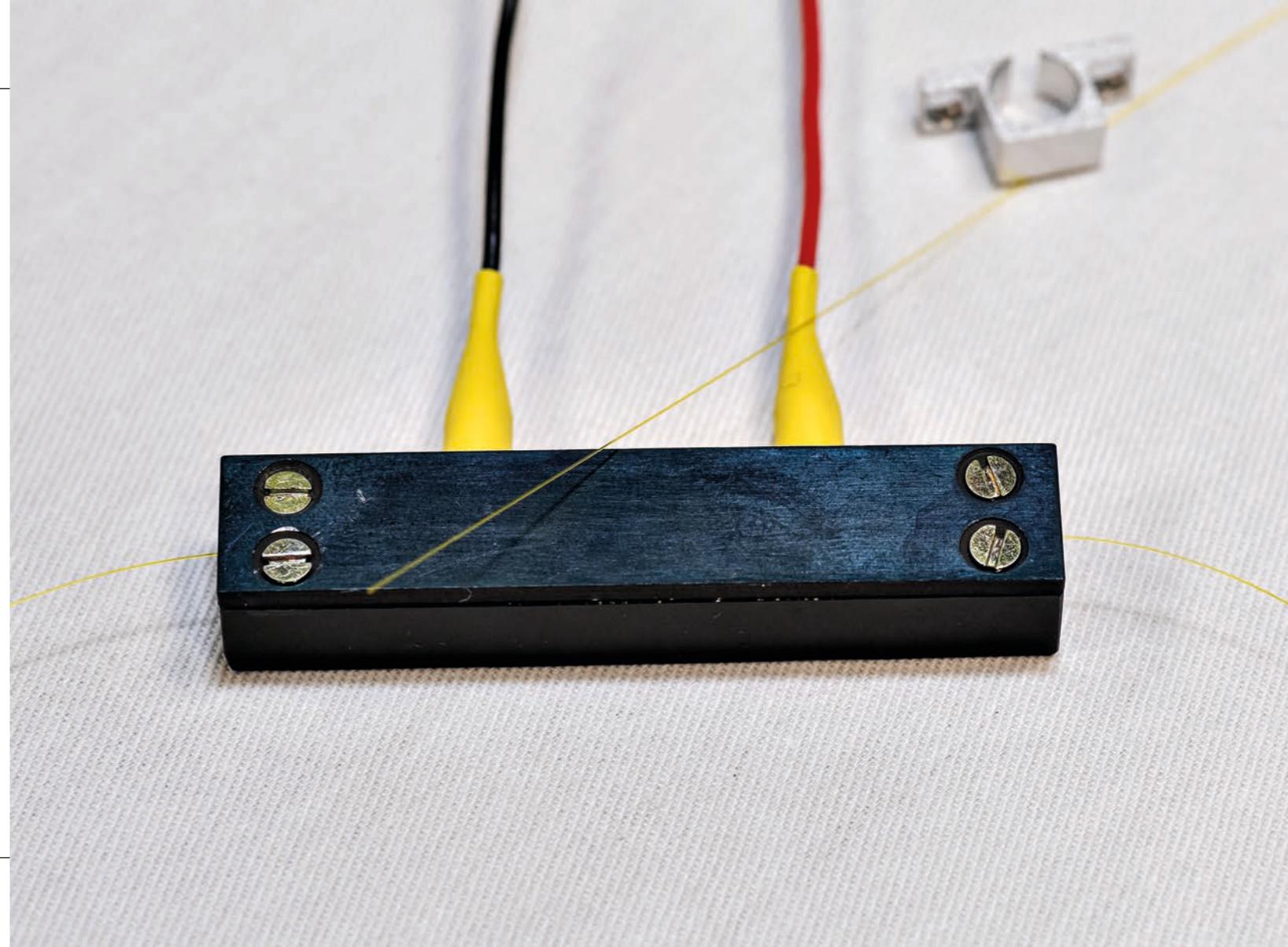
### Кварцевый наконечник (end-cap)

- › наконечник и волокно имеют сварное соединение;
- › контроль позиционирования места соединения с точностью до 0,5 мкм;
- › диаметр наконечника до 3 мм;
- › минимальная длина наконечника 3 мм;
- › на торец наконечника нанесено просветляющее покрытие;
- › на торце наконечника может быть сформирована линзовая структура



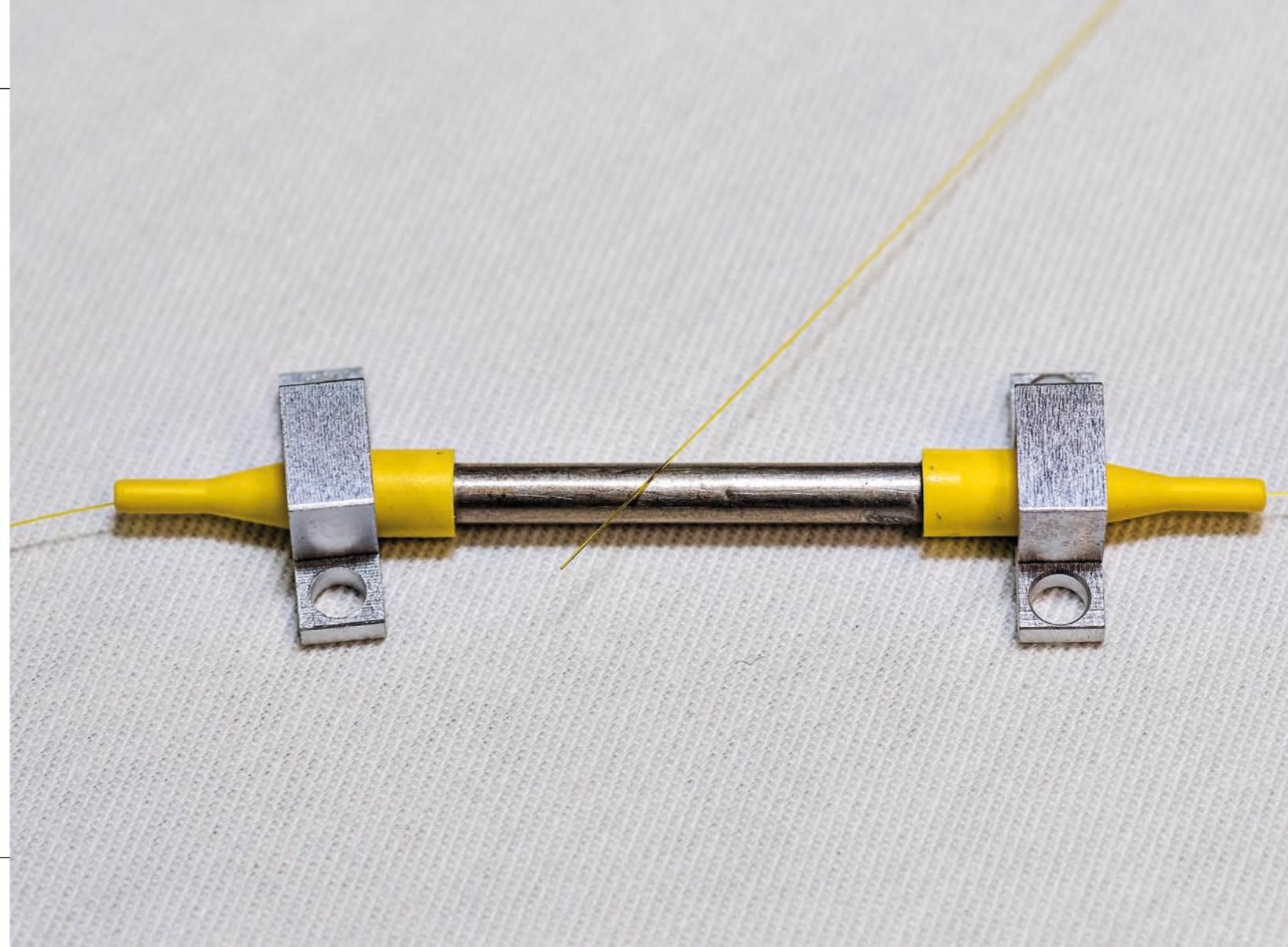
**Перестраиваемая оптоволоконная  
брэгговская решётка (ВБР)**

- › смещение резонансной длины волны ВБР до 1 нм  
в длинноволновую область



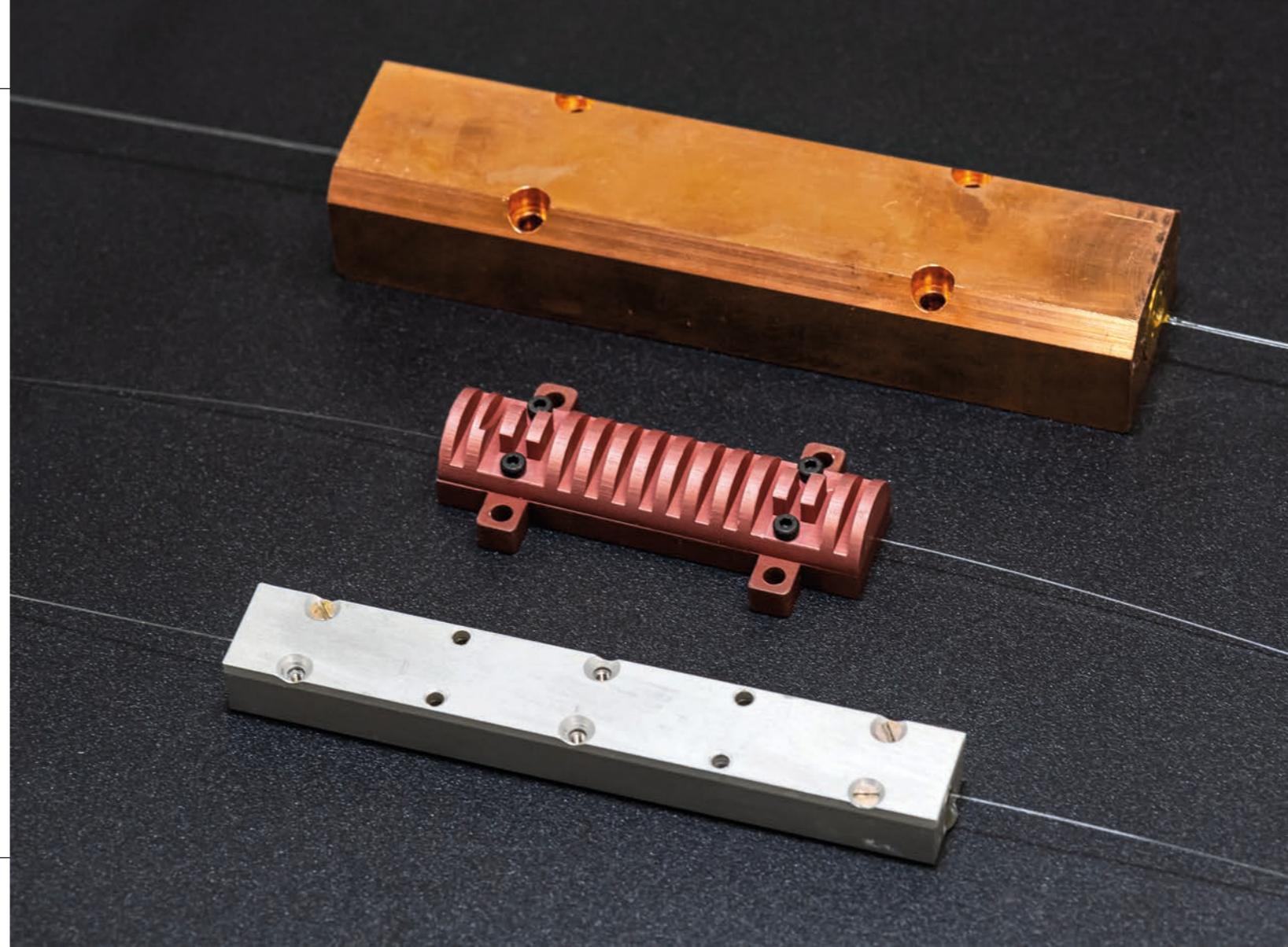
**Оптоволоконная брэгговская решётка на волокне  
в полиимидной оболочке**

- › формирование ВБР без удаления оболочки;
- › стойкость с воздействию температур до 350 °С;
- › поддерживаемая мощность излучения до 750 Вт



**Мощные оптоволоконные фильтры нежелательного излучения в оболочке**

- › эффективность фильтрации не менее 20 дБ;
- › рассеивающая структура может быть сформирована на любом типе волокна;
- › отводимая мощность ограничена только конструкцией теплоотвода



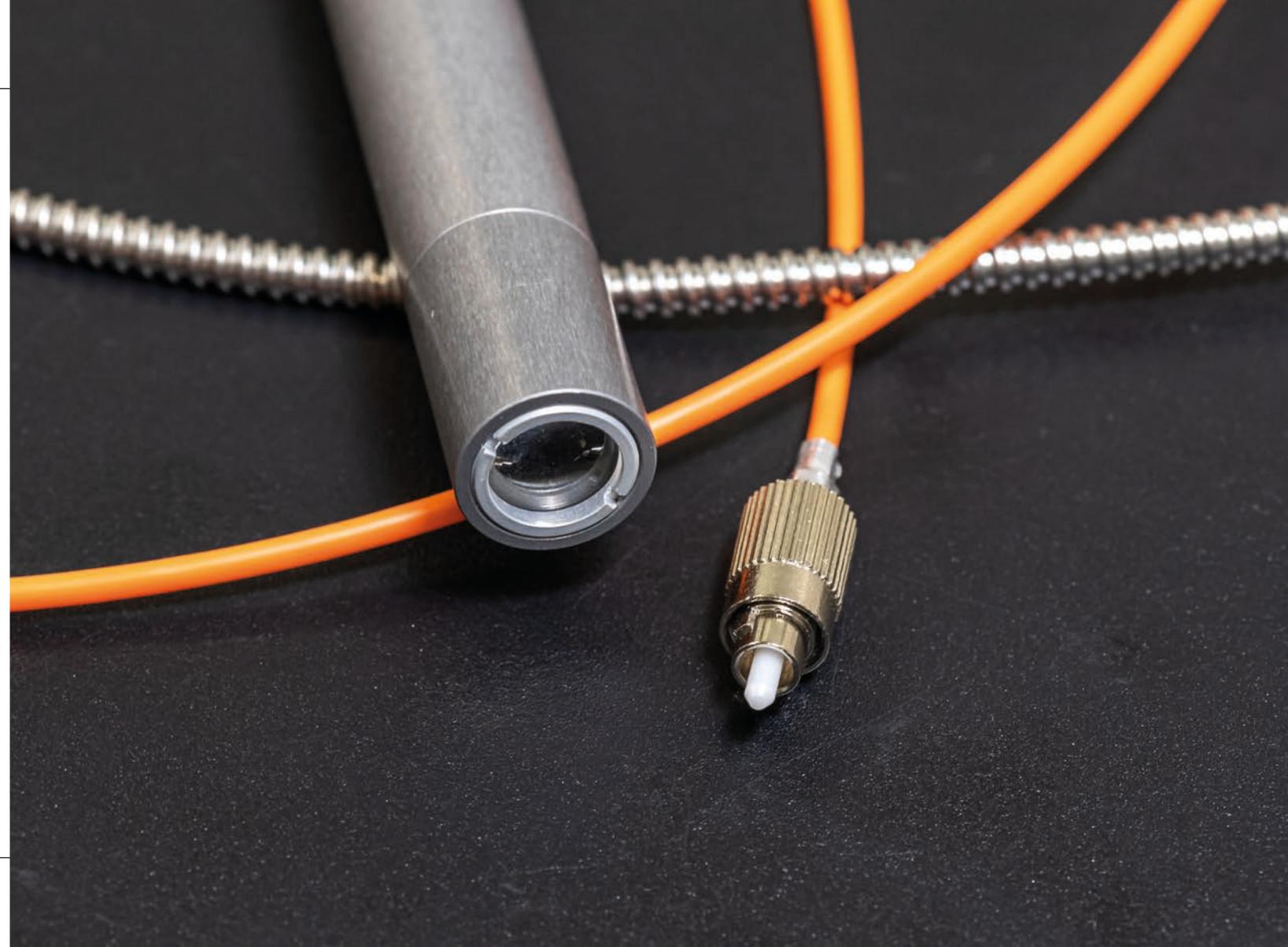
**Высокотемпературный оптический герморазъём типа FC/APC**

- › полностью собственная разработка и изготовление;
- › рабочие температуры до 500 °С;
- › герметичность (диапазон допустимой утечки не более  $3,6 \times 10^{-8}$  м<sup>3</sup>Па/с по гелию)



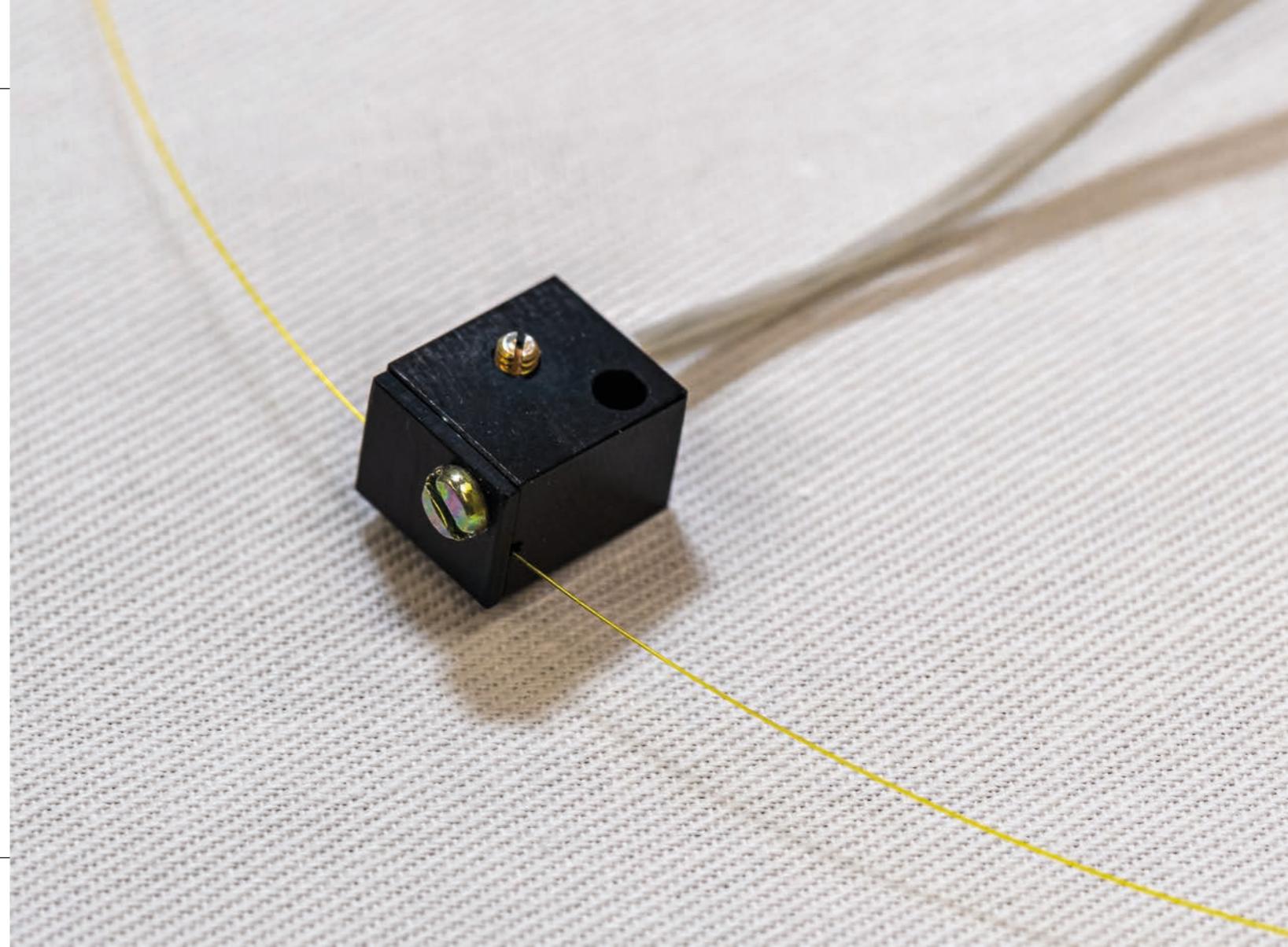
**Выходной коллиматор с кварцевым  
наконечником**

- › гибкое конструктивное решение, с возможностью адаптировать под любую геометрию наконечника и волокна;
- › собственное изготовление объемной оптики и оптических покрытий;
- › возможность моделирования и расчета оптической системы заказчика



**Датчик оптоэлектронной системы защиты  
от оптического пробоя**

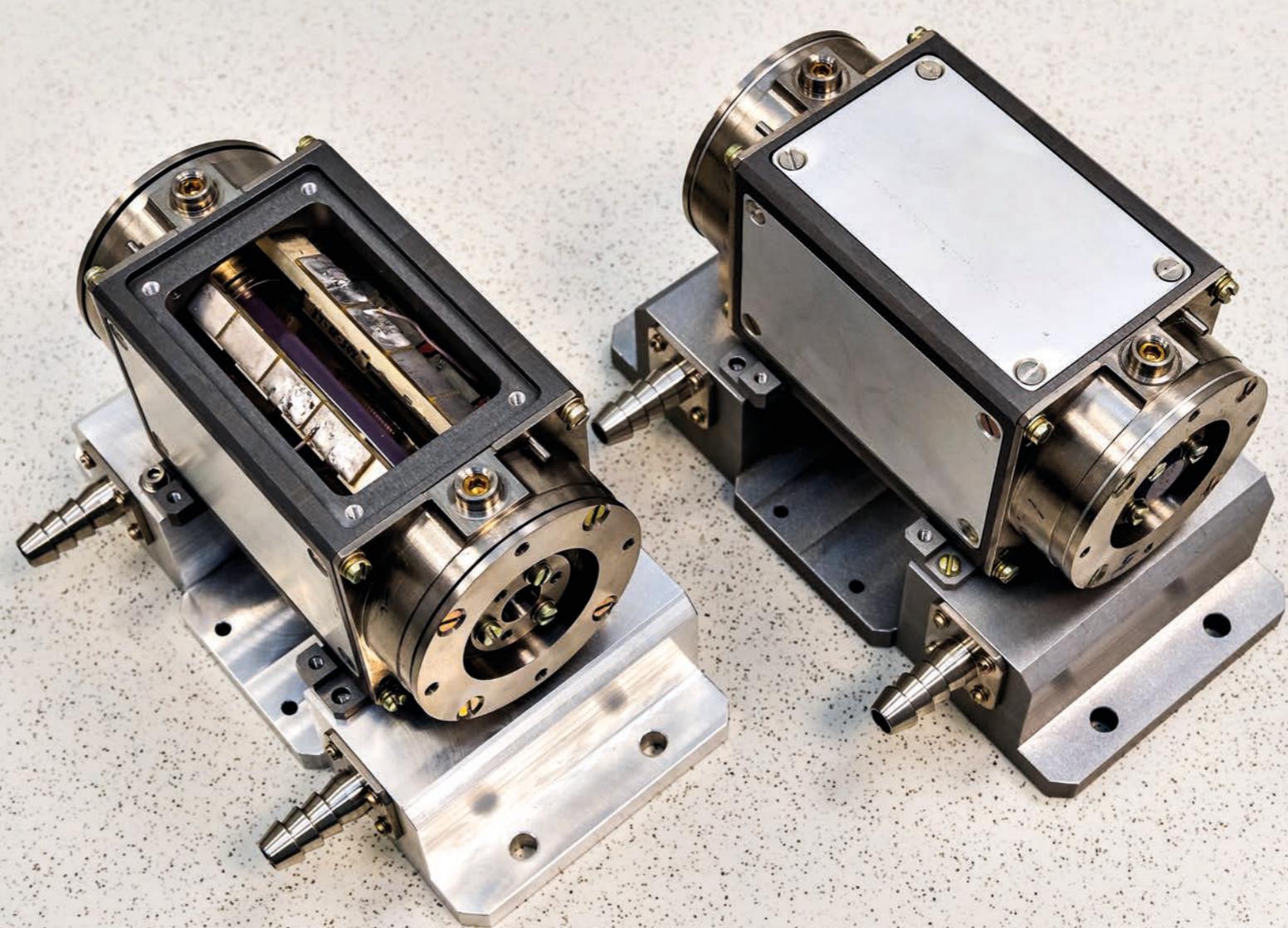
- › защита элементов лазерной системы от повреждения в случае оптического пробоя волокна;
- › возможность интеграции с прочими компонентами контроля лазерной системы;
- › электронная система обработки собственного изготовления



### 3 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАДЕЛ ПО КВАНТРОНАМ НА ОСНОВЕ YAG:Nd С ИМПУЛЬСНО-ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НИР И ОКР ПО ТВЕРДОТЕЛЬНЫМ ЛАЗЕРАМ С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

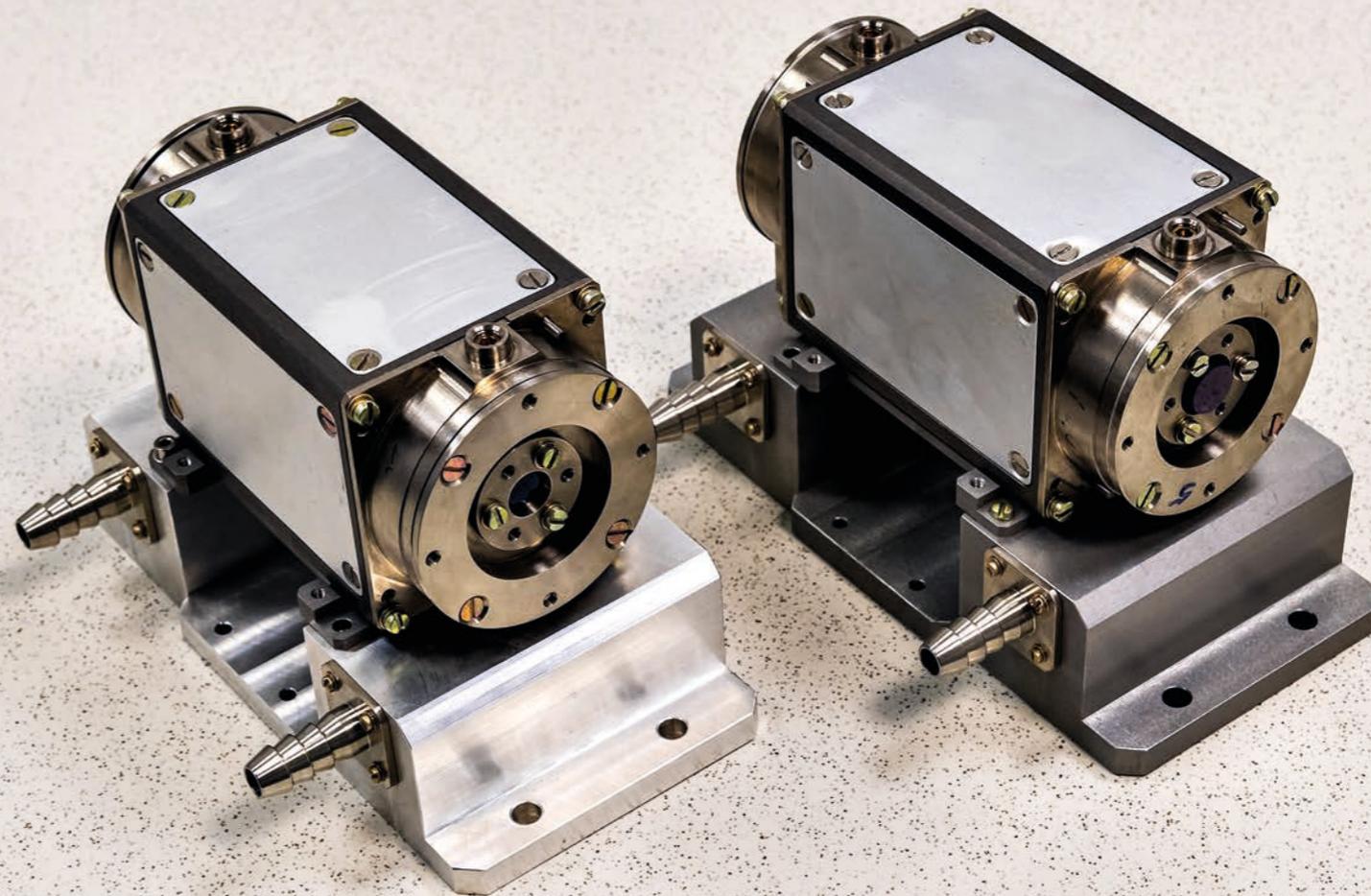
#### Квантрон «Заря-15М» на подставке:

- › габариты – 220 × 110 × 140 мм<sup>3</sup>;
- › вес – 3,5 кг;
- › тип накачки – поперечный;
- › режим работы – импульсно-периодический;
- › источники накачки – матрицы лазерных диодов, производства РФЯЦ-ВНИИТФ;
- › количество источников накачки – до 24 шт.;
- › активный элемент – YAG:Nd размерами Ø15 × 150 мм;
- › частота следования импульсов излучения – до 10 кГц;
- › суммарная энергия в импульсе излучения накачки – до 12 Дж;
- › эффективность запасаения энергии в активном элементе – до 48%;
- › профиль радиального распределения коэффициента усиления в активном элементе – супергауссовый (с изменяемым показателем степени функции от 3 до 10) и вогнутый;
- › охлаждение – водяное (температура или расход теплоносителя выбирается в зависимости от целевого радиального распределения коэффициента усиления в активном элементе);
- › параметры питания: амплитуда тока накачки – до 120 А, длительность тока накачки – до 250 мкс, форма импульса тока накачки – квазипрямоугольная

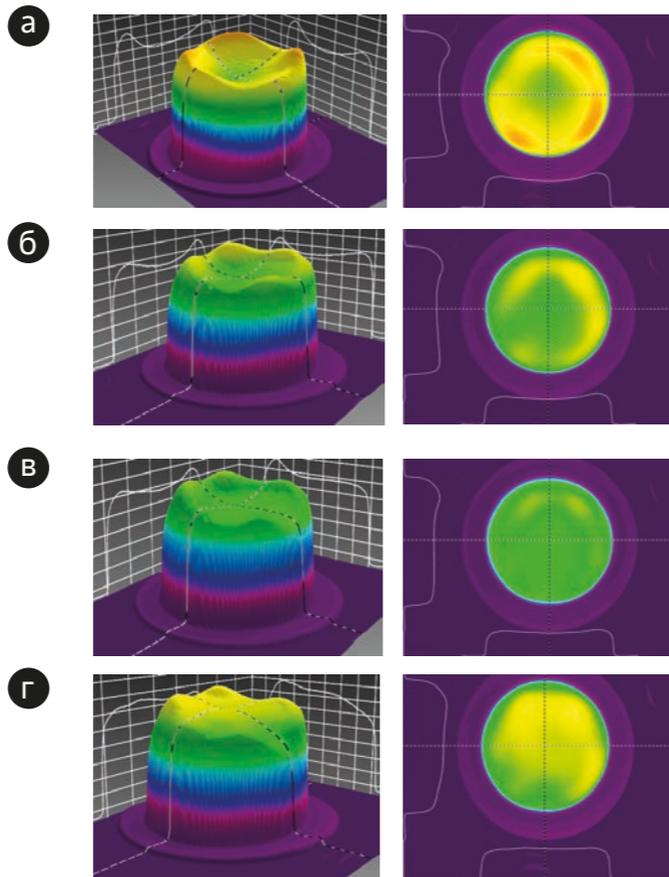


**Квантрон «Заря-10М» на подставке:**

- › габариты – 220 × 110 × 140 мм<sup>3</sup>;
- › вес – 3,5 кг;
- › тип накачки – поперечный;
- › режим работы – импульсно-периодический;
- › источники накачки – матрицы лазерных диодов, производства РФЯЦ-ВНИИТФ;
- › количество источников накачки – до 12 шт.;
- › активный элемент – YAG:Nd размерами Ø10 × 150 мм;
- › частота следования импульсов излучения – до 10 кГц;
- › суммарная энергия в импульсе излучения накачки – до 6 Дж;
- › эффективность запасаения энергии в активном элементе – до 45%;
- › профиль радиального распределения коэффициента усиления в активном элементе – супергауссовый (с изменяемым показателем степени функции от 3 до 10) и вогнутый;
- › охлаждение – водяное (температура или расход теплоносителя выбирается в зависимости от целевого радиального распределения коэффициента усиления в активном элементе);
- › параметры питания: амплитуда тока накачки – до 120 А, длительность тока накачки – до 250 мкс, форма импульса тока накачки – квазипрямоугольная



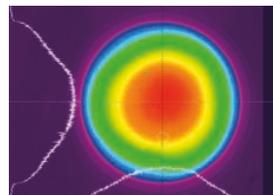
На рисунках представлены профили распределения интенсивности излучения люминесценции на торце АЭ квантрона «Заря-10М» (кол-во источников накачки в квантроне -  $N_{\text{млд}}=6$  шт.) при токах накачки на МЛД (а) – 120 А, (б) – 100 А, (в) – 80 А, (г) – 60 А (расход и температура теплоносителя 8 л/мин и 19°C, длительность импульсов тока накачки 225 мкс, частота следования импульсов тока накачки 100 Гц).



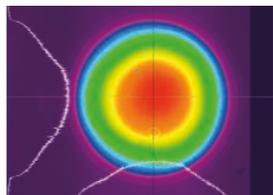
### Квантрон «ИГЛА-12-2Б»

- › габариты – 150 × 100 × 124 мм<sup>3</sup>;
- › вес – 2,5 кг;
- › тип накачки – поперечный;
- › режим работы – импульсно-периодический;
- › источники накачки – матрицы лазерных диодов, производства РФЯЦ-ВНИИТФ;
- › количество источников накачки – до 12 шт.;
- › активный элемент – YAG:Nd размерами Ø 12 × 100 мм;
- › частота следования импульсов излучения – до 10 кГц;
- › суммарная энергия в импульсе излучения накачки – до 6 Дж;
- › эффективность запасаения энергии в активном элементе – до 47%;
- › возможность диагностики текущего значения температуры на каждом из источников накачки – опционально;
- › профиль радиального распределения коэффициента усиления в активном элементе – супергауссовый (с изменяемым показателем степени функции от 3 до 10) и вогнутый

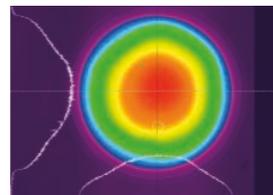
расход воды - 1,5 литра в минуту, количество источников накачки в квантроне -  $N_{\text{млд}} = 6$  шт.



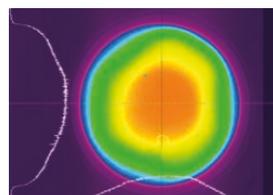
$T_{\text{млд}} \approx 22^\circ\text{C}$ ,  $f \approx 10$  Гц



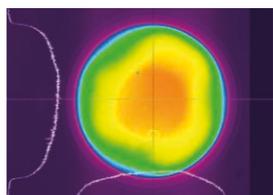
$T_{\text{млд}} \approx 26^\circ\text{C}$ ,  $f \approx 30$  Гц



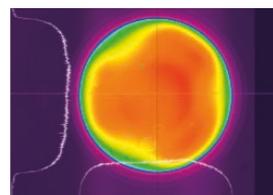
$T_{\text{млд}} \approx 30^\circ\text{C}$ ,  $f \approx 50$  Гц



$T_{\text{млд}} \approx 33^\circ\text{C}$ ,  $f \approx 70$  Гц

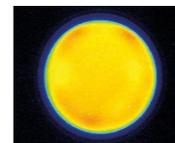


$T_{\text{млд}} \approx 36^\circ\text{C}$ ,  $f \approx 85$  Гц

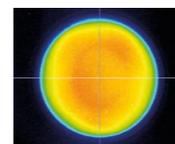
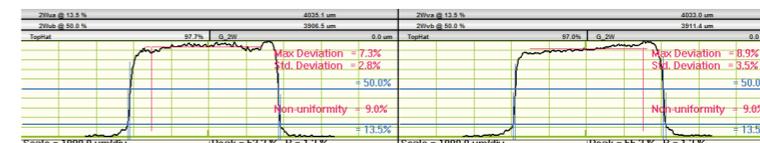


$T_{\text{млд}} \approx 39^\circ\text{C}$ ,  $f \approx 100$  Гц

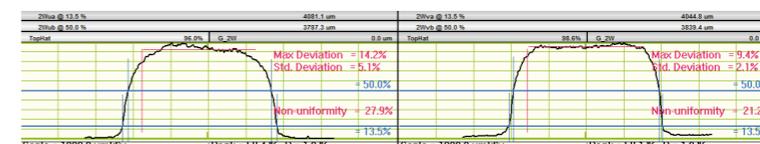
количество источников накачки в квантроне -  $N_{\text{млд}} = 12$  шт.



(а) -  $\Delta V_{\text{воды}} \approx 1,3$  л/мин,  $T_{\text{млд\_сред}} \approx 43^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{воды}} \approx 20^\circ\text{C}$ ,  $f = 100$  Гц



(б) -  $\Delta V_{\text{воды}} \approx 2$  л/мин,  $T_{\text{млд\_сред}} \approx 40^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{воды}} \approx 20^\circ\text{C}$ ,  $f = 100$  Гц



Охлаждение – водяное.

Параметры питания: амплитуда тока накачки – до 120 А, длительность тока накачки – до 250 мкс, форма импульса тока накачки – квазипрямоугольная.

### Квантрон «ИГЛА-4(6,3)-6Б»

- › габариты – 130 × 46 × 75 мм<sup>3</sup>;
- › вес – 0,4 кг;
- › тип накачки – поперечный;
- › режим работы – импульсно-периодический;
- › источники накачки – матрицы лазерных диодов, производства РФЯЦ-ВНИИТФ;
- › количество источников накачки – до 6 шт.;
- › активный элемент – YAG:Nd размерами Ø 4 × 100 мм, Ø 5 × 100 мм, Ø 6,3 × 100 мм;
- › частота следования импульсов излучения – до 10 кГц;
- › суммарная энергия в импульсе излучения накачки – до 3 Дж;
- › эффективность запасаения энергии в активном элементе – до 32% (для АЭ Ø 4 мм), до 35% (для АЭ Ø 5 мм), до 40% (для АЭ Ø 6,3 мм);
- › охлаждение – водяное (температура или расход теплоносителя выбирается в зависимости от целевого радиального распределения коэффициента усиления в активном элементе);
- › параметры питания: амплитуда тока накачки – до 120 А, длительность тока накачки – до 250 мкс, форма импульса тока накачки – квазипрямоугольная

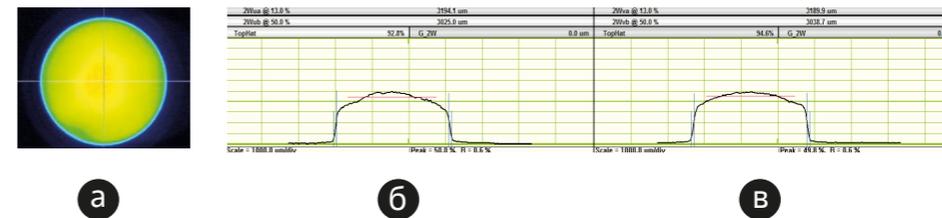


Рисунок – Профиль (а) и распределения интенсивности излучения люминесценции по осям абсцисс (б) и ординат (в) активных элементов квантрона ИГЛА-6,3-6Б при общем расходе воды через его контур охлаждения ≈ 1,5 л/мин и температуре на теплоотводах МЛД из состава квантрона ≈ 28°С.



## 4 ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО

### Многомодовое оптическое волокно типа кварц/кварц 800/880

- › сердцевина/сердцевина с оболочкой 800/880
- › числовая апертура NA=0.22
- › материал покрытия- высокотемпературный акрилат + фторопласт

### Оптические волокна, легированные иттербием (Yb), с двойной оболочкой и большим полем моды (LMA Double Clad)

#### ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Рабочая длина волны	1060 – 1125 нм
Числовая апертура сердцевины	0,06 ... 0,1
Числовая апертура первой оболочки	0,41
Неселективные потери по оболочке	не более 30 дБ/км
Неселективные потери по сердцевине на 1310 нм	не более 20 дБ/км
Селективное поглощение по оболочке	до 15 дБ/м на 976 нм

#### ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Сечение	восьмигранник
Количество волокон на выходе	1 шт
Расстояние между гранями	130...400 мкм
Диаметр сердцевины	10....25 мкм
Диаметр по покрытию	250...600 мкм

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	0,3ГН/м <sup>2</sup>

**Оптические волокна, легированные иттербием (Yb), с двойной оболочкой (Double Clad)**

**ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ**

Рабочая длина волны	1060 – 1125 нм
Диаметр пятна поля моды на 1060 нм	6±0,5 мкм
Числовая апертура сердцевины	0,15
Длина волны отсечки второй моды	920...1000 нм
Числовая апертура первой оболочки	0,41
Неселективные потери по оболочке	не более 30 дБ/км
Неселективные потери по сердцевине на 1310 нм	не более 20 дБ/км
Селективное поглощение по оболочке	1,5...2,0 дБ/м на 976 нм

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Сечение	125±3 мкм
Диаметр по покрытию	250±20 нм
Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	4Н (0,3ГН/м <sup>2</sup> )

**Оптические волокна, легированные эрбием (Er)**

**ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ**

Рабочая длина волны	1550 – 1620 нм
Диаметр пятна поля моды на 1060 нм	9±0,5 мкм
Числовая апертура сердцевины	0,15
Длина волны отсечки второй моды	1250...1400 нм
Поглощение по сердцевине на 1530 нм	40 ... 120 дБ/м
Неселективные потери на 1310 нм	не более 30 дБ/км

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Диаметр волокна	125±3 мкм
Диаметр по покрытию	250±20 нм
Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	4Н (0,3ГН/м <sup>2</sup> )

**Оптические волокна, легированные гольмием (Ho)**

**ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ**

Рабочая длина волны	2000-2150 нм
Диаметр пятна поля моды на 2000 нм	10±0,5 мкм
Числовая апертура сердцевины	0,07... 0,15
Длина волны отсечки второй моды	1500 ... 1900 нм
Поглощение по сердцевине на 1150 нм	6 ... 80 дБ/м
Неселективные потери на 1310 нм	не более 40 дБ/км

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Сечение	125±3 мкм
Диаметр по покрытию	250±20 нм
Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	4Н (0,3ГН/м <sup>2</sup> )

**Оптические волокна, легированные тулием (Tm), с двойной оболочкой (Double Clad)**

**ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ**

Рабочая длина волны	1850 - 2100 нм
Числовая апертура сердцевины	0,15
Поглощение по оболочке на 793нм	3 ... 4 дБ/м
Неселективные потери по оболочке	не более 40,0 дБ/км

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Сечение	восьмигранник
Расстояние между гранями	130±5 мкм
Диаметр сердцевины	10 ... 15 мкм
Диаметр по покрытию	400±20 нм
Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	4Н (0,3ГН/м <sup>2</sup> )

### Оптические волокна со ступенчатым профилем (Step Index Profile)

ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО ТИПА «КВАРЦ-КВАРЦ»	
Диаметр по волокну	125...1000 мкм
Диаметр по покрытию	250...1400 мкм
Числовая апертура	0,22
Потери на 1310 нм	не более 15,0 дБ/км

Соотношение диаметра волокна к диаметру сердцевины	1,05 ... 1,2
Покрытие	акрилатное
Усиление при перемотке	≥ 100 Kpsi

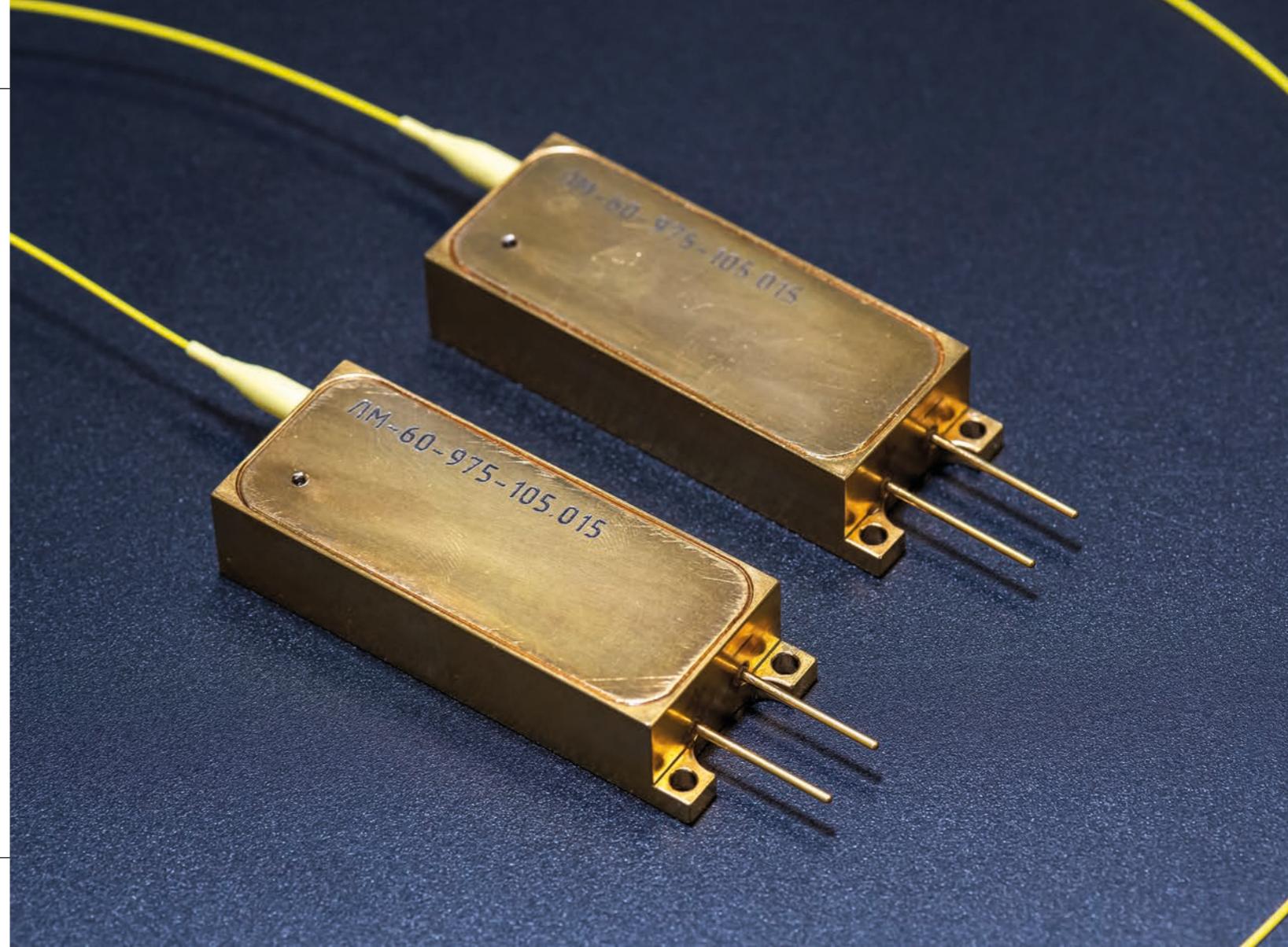
ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО ТИПА «КВАРЦ-ПОЛИМЕР»	
Диаметр по волокну	100...800 мкм
Диаметр по покрытию	260...960 мкм
Числовая апертура	0,42
Потери на 1310 нм	не более 30,0 дБ/км
Соотношение диаметра волокна к диаметру сердцевины	1,07 ... 1,2
Покрытие: двойное	отражающее кремнийорганическое акрилатное
Усиление при перемотке	≥ 100 Kpsi

### Оптические волокна, легированные германием (Ge), бором (B), фтором (F)

Оптические параметры (числовая апертура, диаметр поля моды), а также геометрические характеристики согласованы со всеми типами выпускаемых активных оптических волокон.

**Лазерный модуль «ЛМ-60-975-105.015»**

Выходная мощность	60 Вт
Рабочий ток	12 А
Длина волны	915, 940 и 975 нм
Ширина спектра (FWHM)	5 нм
Пороговый ток	0,5 А
Рабочее напряжение	12 В
Смещение длины волны от температуры	0,3 нм/К
Смещение длины волны от тока накачки	1 нм/А
Диаметр волокна	105/125 мкм
Числовая апертура	0,15
Эффективность от потребляемой мощности	45 %
Рабочая температура	25 °С
Габаритные размеры	85 × 28 × 15 мм
Вес	0,18 кг



**Лазерный модуль «ЛМ-300-915-200.022»**

Выходная мощность	300 Вт
Рабочий ток	18 А
Длина волны	915, 940 и 975 нм
Ширина спектра (FWHM)	6 нм
Пороговый ток	1 А
Рабочее напряжение	45 В
Смещение длины волны от температуры	0,3 нм/К
Смещение длины волны от тока накачки	1 нм/А
Диаметр волокна	200/220 мкм
Числовая апертура	0,22
Эффективность от потребляемой мощности	40 %
Рабочая температура	25 °С
Габаритные размеры	150 × 80 × 20 мм
Вес	0,75 кг



## **Контакты**

Румянцев Юрий Владимирович,  
заместитель директора по производству  
продукции гражданского назначения

+7 (351-46) 5-24-19

E-mail: [vniitf@vniitf.ru](mailto:vniitf@vniitf.ru)

Моссаковский Сергей Юрьевич  
начальник отдела

+7 (351-46) 5-25-37

**[vniitf.ru](http://vniitf.ru)**



