

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МАКСИМАЛЬНОЙ  
МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
ТИПА ФК.  
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ  
РД 50-389—83**

Цена 3 коп.

Москва  
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ  
1983

**РАЗРАБОТАНЫ Государственным комитетом СССР по стандартам  
ИСПОЛНИТЕЛЬ**

**Ю. И. Домнин**

**ВНЕСЕНЫ Государственным комитетом СССР по стандартам**

**Член Госстандарта Л. К. Исаев**

**УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государ-  
ственного комитета СССР по стандартам от 28 февраля  
1983 г. № 952**

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Средства измерений максимальной мощности  
лазерного излучения типа ФК.  
Методы и средства поверки

РД  
50-389-83

Введены впервые

Утверждены Постановлением Госстандарта от 28 февраля 1983 г., № 952, срок введения установлен с 01.07.1984 г.

Настоящие методические указания распространяются на преобразователи измерительные фотоэлектрического типа ФК (далее — преобразователи), предназначенные для измерения максимальной мощности лазерного излучения, и устанавливают методы и средства их первичной и периодической поверки.

Метрологические характеристики преобразователей не должны превышать значений, указанных в обязательном приложении.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Операция, обязательная при выпуске из производства и эксплуатации	Номер пункта методических указаний
Внешний осмотр	5.1
Опробование	5.2
Определение коэффициента преобразования на длине волны $\lambda=1,06$ мкм	5.3
Определение отношения коэффициента преобразования на длинах волн $\lambda=0,53$ мкм и $\lambda=0,69$ мкм к значению коэффициента преобразования на $\lambda=1,06$ мкм*	5.4

\* Поверка только для преобразователей типа ФК-31.

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны применяться средства, указанные в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Средства поверки	Нормативно-техническая характеристика
Образцовое средство измерения максимальной мощности импульсно-модулированного излучения	Динамический диапазон $10^3$ — $10^5$ Вт Рабочая длина волны 0,53—1,06 мкм Длительность импульса излучения 10—100 нс Основная погрешность 10%
Оптический квантовый генератор ЛТИПЧ-7 с блоком питания	Длина волны излучения 0,53; 1,06 мкм Длительность импульса излучения 10—15 нс Средняя мощность импульса 0,02—0,05 мВт
Измеритель осциллографический 6ЛОР-04М	Погрешность измерений по оси процесса (напряжения) 5% Погрешность измерения по оси времени 5%
Высоковольтный источник питания	Диапазон регулировки выходного напряжения 200—1000 В Нестабильность $\pm 0,02$ % Ток нагрузки до 5 мА
Аппарат для чтения микрофильмов «Микрофот 5ПО-1»	Ширина микрофильмов 35 мм Размер кадрового окна $36 \times 40$ мм Кратность увеличения 10,6 $\times$
Поверочная установка высшей точности (ПУВТ) для спектральных измерений источников и приемников излучения	Погрешность определения относительных значений спектральной чувствительности на $\lambda = 0,53$ — $0,69$ и $\lambda = 1,06$ мкм 2 %

2.2. Допускается применять другие, вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной метрологической службы и удовлетворяющие по точности требованиям настоящих методических указаний.

## 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. Поверка должна быть проведена в нормальных условиях по ГОСТ 24469—80 при температуре окружающего воздуха  $(20 \pm 2)$  °С.

3.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы: поверяемое средство измерений и образцовое средство измерений должны быть заземлены, установлены в рабочее положение, включены в сеть, прогреты при нормальном напряжении и выдержаны в условиях поверки в течение времени, установленного в технической документации, утвержденной в установленном порядке.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. Операции по подготовке к поверке должен проводить персонал, имеющий квалификационную группу не ниже IV в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Госэнергонадзором СССР, а также «Санитарными правилами при работе с лазерами» № 2392—81, утвержденными Минздравом СССР и требованиями безопасности по ГОСТ 24469—80.

#### 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

##### 5.1. Внешний осмотр

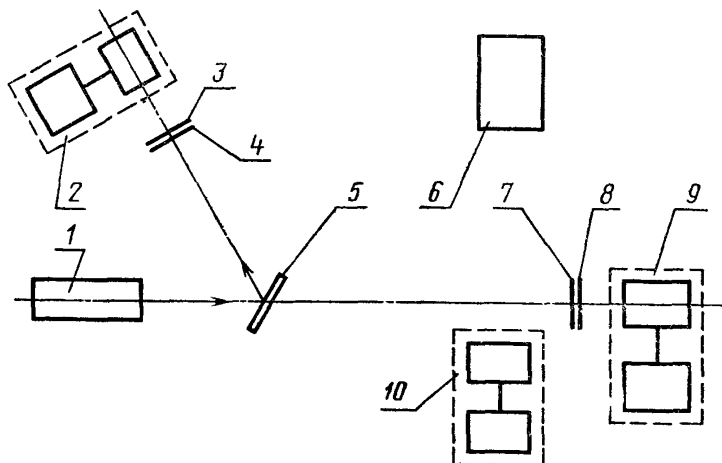
Внешний осмотр должен быть проведен перед включением поверяемого средства измерений в сеть при подготовке к поверке согласно разд. 3.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплектности поверяемого прибора и его состояния требованиям технической документации, утвержденной в установленном порядке.

##### 5.2. Опробование

##### 5.2.1. При опробовании необходимо:

собрать измерительную схему на оптической скамье ОСК-2 в соответствии с чертежом;



установить формирующую оптику, обеспечивающую формирование пучка лазерного излучения в соответствии с требованиями условий облучения ОСИ максимальной мощности импульсно-модулированного и поверяемого прибора;

проверить надежность заземления корпуса прибора, соединительных муфт и вспомогательного оборудования;

включить пусковые устройства лазера и регистратора;

убедиться в наличии импульса на выходе поверяемого прибора.

5.3. Определение коэффициента преобразования на длине волны  $\lambda = 1,06$  мкм.

5.3.1. Коэффициент преобразования на длине волны  $\lambda = 1,06$  мкм определяют методом сличения с ОСИ максимальной мощности импульсно-модулированного излучения в следующей последовательности:

устанавливают развертку длительностью 60 нс;

устанавливают режим работы оптического квантового генератора ЛТИПЧ-7-1 в соответствии с техническим описанием применяемых средств измерений с длительностью импульсов  $\tau_{0,5} = (10-20) \cdot 10^{-9}$  с;

открывают входное окно ОСИ максимальной мощности 9;

устанавливают перед входным окном нейтральные светофильтры 3, 8, подбирая их плотность так, чтобы обеспечить амплитуду выходного сигнала, равного 0,7 I лин, указанного в технической документации;

определяют коэффициент деления ( $K_d$ ) делительной пластины 5, для чего измеряют с помощью двух ОСИ максимальной мощности отраженную от делительной пластины ( $W_i^a$ ) и прошедшую через нее ( $W_i^o$ ) доли мощности соответственно, при этом в оптическом тракте перед ОСИ должны быть установлены необходимые светофильтры и диффузно-рассеивающие пластины 4, 7;

вычисляют результат единичного измерения коэффициента деления делительной пластины по формуле

$$K_d = \frac{W_i^a}{W_i^o}; \quad (1)$$

проводят пять серий измерений  $K_d$  на одном уровне мощности и определяют среднее значение коэффициента деления делительной пластины по формуле

$$\bar{K}_d = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 K_{d,i}; \quad (2)$$

замещают ОСИ максимальной мощности поверяемым прибором 10. Снимают осциллограммы импульсов тока с помощью измерителя осциллографического БЛОР-04М 6 (не менее пяти импульсов) и измерения соответствующих значений максимальной мощности;

отключают оптический квантовый генератор 1, питание приборов;

извлекают из фотоприставки кассету с пленкой для обработки; помещают проявленную пленку в «Микрофот 5ПО-1»; определяют по осциллограммам амплитуду импульса тока поверяемого прибора  $I$ , А;

рассчитывают значение максимальной мощности импульса излучения на входе поверяемого прибора  $P_i^o$  из соотношения

$$P_i^o = \frac{P_i^k}{K_d}, \quad (3)$$

где  $P_i^k$  — мощность излучения, измеренная с помощью ОСИ (2);

$K_d$  — среднее значение коэффициента деления делительной пластины;

рассчитывают единичное значение коэффициента преобразования  $K_i$  по формуле

$$K_i = \frac{I_i}{P_i^o}; \quad (4)$$

рассчитывают среднее значение коэффициента преобразования

$$\bar{K} = \frac{\sum_1^5 K_i}{5}; \quad (5)$$

вычисляют среднее квадратическое отклонение коэффициента преобразования по формуле

$$S(\bar{K}) = \sqrt{\frac{\sum_1^n (K_i - \bar{K})^2}{n(n-1)}} \quad (6)$$

и рассчитывают доверительные границы случайной погрешности с доверительной вероятностью 0,95 из соотношения:

$$\varepsilon = 2,776 \cdot S(\bar{K}); \quad (7)$$

определяют границы неисключенной систематической погрешности с доверительной вероятностью 0,95 по формуле

$$\theta = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_1 + \delta_2}, \quad (8)$$

где  $\delta_1$  — неисключенная систематическая составляющая погрешности измерения максимальной мощности излучения  $P_i^o$  на входе поверяемого прибора, устанавливаемая на основании метрологической аттестации ОСИ ( $\delta_1 = 10\%$ );

$\delta_2$  — систематическая составляющая погрешности определения амплитуды импульса тока, устанавливаемая по результатам аттестации осциллографического регистратора ( $\delta \leq 10\%$ );

вычисляют погрешность определения коэффициента преобразования по формуле

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (9)$$

где  $S_{\Sigma}$  — оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\theta_i^2}{3} + S^2(\bar{K})}; \quad (10)$$

$K$  — коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей, вычисляемый по формуле

$$K = \frac{\varepsilon + \theta}{S(\bar{K}) + \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\theta_i^2}{3}}} \quad (11)$$

5.4. Определение отношения коэффициента преобразования на длинах волн  $\lambda=0,53$ ;  $\lambda=0,69$  мкм к значению коэффициента преобразования на  $\lambda=1,06$  мкм производится на поверочной установке высшей точности (Г. Р. № 79007279) в следующей последовательности:

устанавливают прибор за выходной щелью монохроматора; снимают показания прибора, регистрирующего фототок в диапазоне длин волн от 0,4 до 1,2 мкм, открывая и перекрывая пучок излучения; число отсчетов  $n=4$  на каждой заданной длине волны; шкалу длин волн проходят от меньших значений к большим и в обратном порядке;

усредняют полученные данные и производят расчет относительной спектральной чувствительности по формуле

$$S_{x \text{ отн}} = \frac{\bar{n}_x(\lambda)}{n_o(\lambda)} \cdot S_o(\lambda), \quad (12)$$

где  $S_{x \text{ отн}}$  и  $S_o \lambda$  — относительная чувствительность испытуемого и опорного приемников;  $\bar{n}_x(\lambda)$  — усредненное показание выходного прибора на длине волны для испытуемого прибора, А;  $n_o(\lambda)$  — градуировочная зависимость для опорного приемника;

рассчитывают отношение

$$\frac{S_{\lambda=0,53}}{S_{\lambda=1,06}} \quad \text{и} \quad \frac{S_{\lambda=0,69}}{S_{\lambda=1,06}}, \quad (13)$$

принимаемое за отношение коэффициентов преобразования на длинах волн  $\lambda=1,06$ ; 0,69; 0,53 мкм.



## **6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

6.1. Положительные результаты государственной первичной поверки преобразователей оформляют записью в паспорте, удостоверяющей подписью поверителя.

6.2. Положительные результаты государственной периодической поверки оформляют выдачей свидетельства установленной формы.

6.3. Положительные результаты ведомственной поверки оформляют в порядке, установленном ведомственной метрологической службой.

6.4. Преобразователи, не удовлетворяющие требованиям настоящих методических указаний, к выпуску и применению не допускают; на них выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Параметр и метрологическая характеристика	Тип преобразователя					
	ФК-2	ФК-15	ФК-19	ФК-20	ФК-26	ФК-31
Коэффициент преобразования, А/Вт, на длине волны						
0,69 мкм	$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$
1,06 мкм	$2 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$
Предел линейности преобразования	3	1,5	2,5	3	1,5	2
Время нарастания импульса электрического тока от 0,1 до 0,9 аналитического значения, с	$8 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-10}$	$7 \cdot 10^{-10}$	$8 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-11}$	$8 \cdot 10^{-10}$
Темновой тск, А	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$
Основная погрешность, %	15	15	15	15	15	15
Дополнительная погрешность, %	3	3	3	3	3	3
Нестабильность $K_{пр}$ в рабочих условиях, в течение 8 ч непрерывной работы, %	—	—	—	—	—	1

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**Средства измерений максимальной**  
**мощности лазерного излучения типа ФК**  
**Методы и средства поверки**

РД 50-389—83

Редактор *Н А Аргунова*  
Технический редактор *Н М Ильичева*  
Корректор *Л А Пономарева*

Н/К

Сдано	в	наб	11 04 83	Подп	в печ	14 09 83	Т — 15764	Формат	60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>
Бумага		типографская	№ 2	Гарнитура	литературная			Печать	высокая
0 75 усл	п	л 0 47	уч изд	л	Тираж 3000	Зак 487	Цена 3 коп	Изд	№ 7779/4

---

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов  
123840 Москва ГСП Новопресненский пер 3  
Тип «Московский печатник» Москва Лялин пер 6