

25819-83



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

## ЛАЗЕРЫ

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ  
ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ГОСТ 25819-83

Издание официальное

Цена 3 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

Москва



**ЛАЗЕРЫ****Методы измерения максимальной мощности  
импульсного лазерного излучения**Lasers. Methods of pulse laser radiation  
peak power measurement**ГОСТ  
25819-83**

ОКСТУ 634100

**Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 6 июня  
1983 г. № 2471 срок введения установлен****с 01.01.84**

Настоящий стандарт распространяется на лазеры импульсного режима работы и излучатели к ним (далее — лазеры импульсного излучения) и устанавливает два метода измерения максимальной мощности импульсного лазерного излучения (далее — лазерного излучения):

А — метод прямых измерений максимальной мощности,

Б — метод косвенных измерений максимальной мощности.

Методы А и Б по погрешности эквивалентны. Выбор того или другого метода производят в зависимости от наличия соответствующей измерительной аппаратуры.

Стандарт следует применять совместно с ГОСТ 24714-81.

**1. МЕТОД А****1.1. Принцип измерений**

1.1.1. Максимальную мощность измеряют по максимальному значению импульса напряжения, полученного путем преобразования временной зависимости мощности лазерного излучения в электрический сигнал, воспроизводящий эту зависимость.

**1.2. Аппаратура**

1.2.1. Преобразование импульсов лазерного излучения производят первичным измерительным преобразователем лазерного излучения в электрический сигнал.

1.2.2. Измерение максимального значения импульса напряжения на нагрузке первичного измерительного преобразователя производят приборами для измерения параметров импульсов (импульсные вольтметры, осциллографы).

**Издание официальное****Перепечатка воспрещена**

© Издательство стандартов, 1983

Примечание. Время нарастания переходной характеристики системы первичный измерительный преобразователь — прибор для измерения параметров импульсов должно быть, по крайней мере, в 3 раза меньше, чем фронт измеряемого импульса.

1.2.3. Блок-схема для измерения максимальной мощности импульсного лазерного излучения должна соответствовать указанной на черт. 1.



1 — источник измеряемого лазерного излучения; 2 — первичный измерительный преобразователь; 3 — нагрузка; 4 — прибор для измерения максимального значения импульса напряжения на нагрузке

Черт. 1

1.2.4. Для измерения максимальной мощности могут применяться измерительные приборы, состоящие из измерительного преобразователя и измерителя максимального значения импульса напряжения, аттестованные как единый комплекс.

1.2.5. Основная погрешность измерительного прибора не должна превышать значений, установленных в ГОСТ 8.198-76.

Примечание. Для средств измерений, динамический, спектральный и временной диапазон которых отличаются от приведенных в ГОСТ 8.198-76, допускается отклонение основной погрешности от указанной в п. 1.2.5.

1.2.6. Перечень средств измерений по методу А приведен в справочном приложении 1.

### 1.3. Подготовка к измерению

1.3.1. Первичный измерительный преобразователь, измерительные приборы и лазер подготавливают к работе в соответствии с нормативно-технической документацией.

1.4. Проведение измерений и обработка их результатов

1.4.1. Включают лазер, подают лазерное излучение на вход первичного измерительного преобразователя и измеряют максимальное значение импульса напряжения на нагрузке.

1.4.2. Максимальную мощность излучения ( $P_m$ ) в Вт вычисляют по формуле

$$P_m = \frac{U_m}{S \cdot R_n}, \quad (1)$$

где  $U_m$  — максимальное значение напряжения на нагрузке, В;

$S$  — коэффициент преобразования первичного измерительного преобразователя, А/Вт;

$R_n$  — сопротивление нагрузки, Ом.

При измерении максимальной мощности измерительным прибором  $P_m$  вычисляют по формуле

$$P_m = \frac{N}{\gamma}, \quad (2)$$

где  $N$  — отсчитываемое значение по шкале измерительного прибора, ед;

$\gamma$  — чувствительность измерительного прибора, ед/Вт.

### 1.5. Показатели точности

1.5.1. Основную погрешность измерения максимальной мощности ( $S_z$ ) в % с вероятностью не менее 0,95 в соответствии с ГОСТ 8.207—76 вычисляют по формуле

$$S_z = 2 \sqrt{\frac{\theta_{\text{инп}}^2 + \theta_n^2 + \theta_{\text{н}}^2 + \theta_{\text{вр}}^2}{3} + S^2(\tilde{A})}, \quad (3)$$

где  $\theta_{\text{инп}}$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения коэффициента преобразования первичного измерительного преобразователя, %;

$\theta_n$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения сопротивления нагрузки, %;

$\theta_{\text{н}}$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения максимального значения импульса напряжения на нагрузке, %;

$\theta_{\text{вр}}$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения прочих составляющих (например, неточности воспроизведения формы импульса неравномерности зонной характеристики первичного измерительного преобразователя и т. д.), %;

$S(\tilde{A})$  — оценка среднего квадратического отклонения результата измерения по ГОСТ 8.207—76, %.

1.5.2. Точность измерения максимальной мощности измерительным прибором определяется его основной и дополнительной погрешностями, нормируемых ГОСТ 24469—80.

## 2. МЕТОД Б

### 2.1. Принцип измерений

2.1.1. Максимальную мощность лазерного излучения определяют путем расчета по известной энергии импульса (или средней мощности и частоте повторения импульсов) и его форме.

2.1.2. При измерении энергии лазерного излучения из импульсной последовательности выделяется один импульс (или известное число импульсов при работе лазера в частотном режиме).

## 2.2. Аппаратура

2.2.1. Измерение энергии лазерного излучения производится средством измерения энергии (фотоэлектрическим, калориметрическим и т. д.).

При необходимости один импульс из последовательности выделяется затвором (например, механическим).

2.2.2. Погрешность измерения энергии не должна превышать 15%.

2.2.3. Измерение средней мощности лазерного излучения производится средством измерения средней мощности (калориметрическим, фотоэлектрическим и т. д.).

2.2.4. Погрешность измерения средней мощности не должна превышать 10%.

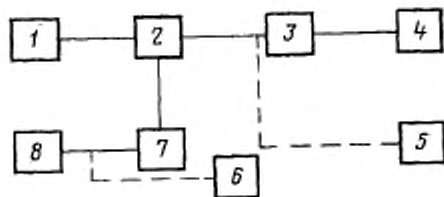
2.2.5. Измерение частоты повторения импульсов лазерного излучения производят частотомером, подключенным к нагрузке фотоэлектрического преобразователя.

2.2.6. Форму импульса лазерного излучения определяют средством измерения параметров лазерного излучения в комплекте с осциллографическим регистратором или осциллографическим регистратором, подключенным к нагрузке фотоэлектрического преобразователя.

2.2.7. Перечень средств измерений по методу Б приведен в справочном приложении 2.

## 2.3. Подготовка и проведение измерений

2.3.1. Блок-схема для измерения максимальной мощности импульсного излучения должна соответствовать указанной на черт. 2.



1—источник измеряемого лазерного излучения; 2—делительная пластина; 3—затвор; 4—средство измерения энергии; 5—средство измерения средней мощности; 6—частотомер; 7—фотоэлектрический преобразователь; 8—регистратор формы импульсов

Черт. 2

2.3.2. При измерении энергии устанавливают средство измерения энергии 4 и, при необходимости, затвор 3 для выделения известного числа импульсов.

2.3.3. При измерении средней мощности устанавливают средство измерения средней мощности 5 вместо затвора 3 и средство

измерения энергии 4. К выходу фотоэлектрического преобразователя 7 подключают частотомер 6 вместо регистратора формы 8.

2.3.4. Измерительные приборы и лазер подготавливают к работе в соответствии с нормативно-технической документацией.

2.4. Проведение измерений и обработка результатов измерений

2.4.1. Энергию импульса лазерного излучения ( $W$ ) в Дж измеряют или вычисляют по измеренной средней мощности и частоте по формуле

$$W = \frac{P_{\text{ср}}}{f}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{ср}}$  — средняя мощность, Вт;  
 $f$  — частота повторения импульсов, Гц;

2.4.2. Площадь измеренного импульса ( $S$ ) в мм<sup>2</sup> вычисляют по осциллограмме по формуле

$$S = \tau \sum_{i=1}^n A_i, \quad (5)$$

где  $\tau$  — интервал разбиения по оси времени, мм;

$A_i$  — мгновенные значения амплитуды на каждом интервале разбиения, мм.

2.4.3. Максимальную мощность лазерного излучения ( $P_m$ ) в Вт вычисляют по формуле

$$P_m = \frac{A_{\text{max}} \cdot W}{K \cdot S \cdot K_x} \quad (6)$$

где  $A_{\text{max}} = \max \{ A_i \}$ ;

$K$  — коэффициент пропускания делительной пластины и затвора;

$W$  — показания средства измерения энергии или значение энергии, рассчитанное по средней мощности и частоте повторения;

$K_x$  — коэффициент развертки, с/мм.

Примечание. Если средство измерения энергии или средней мощности аттестовано вместе с делительной пластиной 2, то  $K=1$ .

2.5. Показатели точности

2.5.1. Основную погрешность измерения максимальной мощности ( $S_1$ ) в % с вероятностью не менее 0,95 в соответствии с ГОСТ 8.207—76 вычисляют по формуле

$$S_1 = 2 \cdot \sqrt{\frac{\theta_{\text{ср}}^2 + \theta_{\text{д}}^2 + \theta_{\text{н}}^2 + \theta_{\text{пр}}^2}{3} + S^2(A)}, \quad (7)$$

где  $\Theta_w$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения энергии, % или при измерении средней мощности

$$\Theta_w^2 = \Theta_p^2 + \Theta_f^2;$$

$\Theta_p$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения средней мощности, %;

$\Theta_f$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения частоты, %;

$\Theta_d$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения коэффициента пропускания делительной пластины и затвора, %;

$\Theta_s$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения площади импульса, %;

$\Theta_{пр}$  — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения прочих составляющих (например, неточности воспроизведения формы импульса, нестабильности значения энергии в импульсе и т. д.), %;

$S(\bar{A})$  — оценка среднего квадратического отклонения результата измерения по ГОСТ 8.207—76, %.

## СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИИ ПО МЕТОДУ А

| Наименование                                            | Тип            | Диапазон измерений<br>(чувствительность<br>на длине волны)                       | Погреш-<br>ность, %<br>не более | Спектральный диапазон<br>(диапазон длин волн<br>излучения)      | Номер на<br>Госреестру |
|---------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1. Измерительный фотоэлек-<br>трический преобразователь | ФК-2           | $10^4$ Вг                                                                        | 25                              | $0,38-1,3$ мкм ( $8 \cdot 10^{-10}$ с)                          | 5940-77                |
| 2. Измерительный фотоэлек-<br>трический преобразователь | ФК-15          | $1,85 \cdot 10^{-3}-0,74 \cdot 10^3$ Вг                                          | 25                              | $0,38-1,1$ мкм ( $5 \cdot 10^{-10}$ с)                          | 4704-75                |
| 3. Измерительный фотоэлек-<br>трический преобразователь | ФК-19          | $1,85 \cdot 10^{-3}-1,5 \cdot 10^4$ Вг                                           | 25                              | $0,38-1,1$ мкм ( $7 \cdot 10^{-10}$ с)                          | 4705-75                |
| 4. Измерительный фотоэлек-<br>трический преобразователь | ФК-20          | $1,85 \cdot 10^{-3}-1,9 \cdot 10^4$ Вг                                           | 25                              | $0,38-1,1$ мкм ( $8 \cdot 10^{-10}$ с)                          | 4706-75                |
| 5. Измерительный фотоэлек-<br>трический преобразователь | ФК-26          | $4 \cdot 10^{-5}$ А/Вг ( $1,06$ мкм)                                             | 25                              | $0,38-1,1$ мкм ( $5 \cdot 10^{-10}$ с)                          | 5941-77                |
| 6. Измерительный фотоэлек-<br>трический преобразователь | ФС-20          | $5 \cdot 10^{-3}-4 \cdot 10^5$ Вг                                                | 25                              | $0,38-0,65$ мкм ( $5 \cdot 10^{-10}$ с)                         | 4707-75                |
| 7. Измерительный фотоэле-<br>мент                       | ФЭК-22<br>СПУ  | $5 \cdot 10^{-3}$ А/Вг ( $0,265$ мкм)<br>$1,5 \cdot 10^{-2}$ А/Вг ( $0,53$ мкм)  | 15                              | $0,22-0,45$ мкм<br>$0,45-0,65$ мкм                              | 6989-79                |
| 8. Измерительный фотоэлек-<br>трический преобразователь | ФК-31          | $1 \cdot 10^3$ Вг/см <sup>2</sup>                                                | 15                              | $0,4-1,2$ мкм ( $10^{-8}-10^{-7}$ с)                            | 8351-81                |
| 9. Измерительный фотоэле-<br>мент                       | ФЭК 29КПУ      | $1,5 \cdot 10^{-3}$ А/Вг ( $0,265$ мкм)<br>$5 \cdot 10^{-4}$ А/Вг ( $0,594$ мкм) | 15                              | $0,22-1,1$ мкм<br>( $5 \cdot 10^{-10}$ с)                       | 6990-79                |
| 10. Фотоэлектронный измери-<br>тельный умножитель       | 28ЭПУ-Ф15      | $10^5$ А/Вг ( $0,53$ мкм)<br>$5 \cdot 10^4$ Вг                                   | 15                              | $0,22-1,1$ мкм<br>( $3 \cdot 10^{-9}$ с)                        | 7310-79                |
| 11. Измеритель параметров<br>импульсов                  | ИЧ-5           | $0,1-9$ В                                                                        | 3-8                             | $10^{-9} \dots 5 \cdot 10^{-2}$ с<br>$20 \dots 3 \cdot 10^9$ Гц |                        |
| 12. Милливольметры им-<br>пульсного тока                | ВЧ-17<br>ВЧ-14 | $0,1-100$ В<br>$30-1000$ мВ                                                      | 5<br>5                          | $0,2-1000$ мкс<br>$0-100$ Гц                                    |                        |



| Наименование                                                                          | Тип            | Диапазон измерений<br>(чувствительность<br>за длину волны)            | Погреш-<br>ность, %, не более | Средний диапазон<br>(диапазон длительностей<br>импульсов) | Номер по<br>Госреестру |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|
| 13. Осциллографы                                                                      | С1—75<br>С1—70 | 250 МГц, чувст. 10 мВ/дел<br>50 МГц, чувст. 10 мВ/дел                 | 5<br>5                        |                                                           |                        |
| 14. Стереоскопический осциллограф с аналого-цифровым преобразователем                 | С7—9           | — 5 В/дел<br>— 200 мВ/дел                                             | 5                             |                                                           |                        |
| 15. Наносекундный фотометр                                                            | ФН             | $10^{-2}$ —10 Дж<br>$10^4$ — $10^8$ Вт<br>$3 \cdot 10^2$ — $10^8$ Вт  | (16—30)<br>(22—35)<br>(22—35) | 0,53; 0,69; 1,06 мкм<br>[(25—250) · $10^{-9}$ с]          | 6608—78                |
| 16. Частотный фотометр                                                                | ФЧ             | $10^{-3}$ —10 Дж                                                      | (17—35)                       | 0,53; 0,69; 1,06 мкм<br>[(25—250) · $10^{-9}$ с]          | 6609—78                |
| 17. Измеритель энергии и максимальной мощности однократного импульса излучения лазера | ИФО            | $2,5 \cdot 10^3$ — $10^8$ Вт                                          | 15                            | 0,38—1,3 мкм<br>[(1—20) · $10^{-8}$ с]                    | 6865—78                |
| 18. Фотометр удаленного расположения                                                  | ФУР            | $10^{-10}$ — $10^{-7}$ Дж<br>$7 \cdot 10^{-7}$ — $7 \cdot 10^{-5}$ Дж | 20<br>20                      | 0,9 мкм<br>0,53; 0,69; 1,06 мкм                           | 8132—81                |
| 19. Лабораторный фотометр общего назначения                                           | ЛФО            | $10^{-4}$ —10 Дж<br>$10^{-3}$ —10 Дж                                  | (13—22)<br>(13—24)            | 0,69 мкм<br>0,53; 1,06 мкм                                | 6909—78                |

Примечание. Допускается пользоваться средствами измерения другими типами, у которых в пределах заданной в п. 1.2.5 погрешности известны значения чувствительности.

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПО МЕТОДУ Б

| Наименование                                                                                   | Тип       | Диапазон измерений                                                             | Погрешность, %, не более | Средственный диапазон (диапазон длительностей импульсов)  | Номер по Госреестру |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. Калориметрический твердотельный измеритель                                                  | ИКТ-1М    | 0,05—150 (1000) Дж                                                             | 10 (25)                  | 0,4—4 мкМ<br>( $10^{-8}$ — $10^{-3}$ с)                   | 3556—73             |
| 2. Измеритель энергии излучения                                                                | ИЭИ-ИК-1М | 0,5—30 Дж                                                                      | 15                       | 0,5—2; 10,6 мкМ<br>( $10^{-8}$ —1 с)                      | 6140—77             |
| 3. Переносной малогабаритный фотометр широкого применения для импульсных и непрерывных лазеров | ФПМ-01    | $10^{-2}$ — $0,5 \cdot 10^{-3}$ Дж                                             | 20                       | 0,69; 1,06 мкМ<br>( $0,2 \cdot 10^{-3}$ — $10^{-3}$ с)    | 7527—80             |
| 4. Переносной малогабаритный фотометр широкого применения для импульсных лазеров               | ФПМ-02    | $5 \cdot 10^{-3}$ — $0,5 \cdot 10^{-3}$ Дж<br>$5 \cdot 10^{-3}$ — $10^{-3}$ Дж | 20                       | 0,53; 0,69; 1,06 мкМ<br>0,89—0,93 мкМ                     | 7944—80             |
| 5. Измеритель мощности и энергии                                                               | МЗ-49     | $10^{-8}$ — $10^{-1}$ Вт<br>$10^{-3}$ —1 Дж                                    | 10<br>17                 | 0,4—11 мкМ                                                | 6862—78             |
| 6. Измеритель средней мощности и энергии                                                       | ИСМ-1     | $10^{-2}$ — $10^3$ Вт<br>0,01—2 Дж                                             | 10                       | 0,4—1,1 мкМ<br>( $5 \cdot 10^{-9}$ — $2 \cdot 10^{-7}$ с) | 6865—78             |
| 7. Измеритель энергии и максимальной мощности однократного импульса излучения лазера           | ИФО       | $2 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^3$ Дж                                          | 15                       | 0,38—1,3 мкМ<br>[(1—20) · $10^{-8}$ с]                    |                     |
| 8. Измеритель мощности непрерывного лазерного излучения                                        | ИМН-1     | $10^{-6}$ — $10^{-3}$ Вт                                                       | 10                       | 0,63—1,15 мкМ                                             | 6370—77             |
| 9. Электронный счетный часотомер                                                               | ЧЗ-32     | 10 Гц—3,5 МГц<br>10—170 В                                                      | 1<br>5                   |                                                           |                     |

| Продолжение                                            |         |                                          |                          |                                                       |                     |
|--------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|
| Наименование                                           | Тип     | Диапазон измерений                       | Погрешность, %, не более | Спектральный диапазон (диапазон длинностей импульсов) | Номер по Госреестру |
| 10. Измеритель наносекундных импульсов                 | ИНИ 3   | $2 \cdot 10^{-8} - 10^{-6}$ с            | 5                        |                                                       | 5961—77             |
| 11 Осциллографический измеритель однократных процессов | 6ЛОР-04 | 10—300 В<br>(30—500) · 10 <sup>9</sup> с | 5                        |                                                       |                     |
| 12. Многоканальный осциллографический измеритель       | Лотос   | (0,5—100) · 10 <sup>-8</sup> с           | 5                        |                                                       |                     |
|                                                        |         |                                          |                          |                                                       |                     |

Примечание. Допускается пользоваться средствами измерений других типов, у которых в пределах заданной в пп. 2.2.2 и 2.2.4 погрешности известны значения чувствительности.



Редактор *Т. В. Смыка*  
Технический редактор *Н. М. Ильичева*  
Корректор *Н. Л. Шнайдер*

Сдано в наб. 14.06.83 Подп. к печ. 08.12.83 0,75 п. л. 0,64 уч. изд. л. Тир. 6000 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3  
Тип. «Московский печатник» Москва. Лялин пер., 6. Зак. 770