



**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.

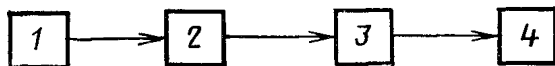
1.2.2. Измерение максимального значения импульса напряжения на нагрузке первичного измерительного преобразователя производят приборами для измерения параметров импульсов (импульсные вольтметры, осциллографы).

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 готовят 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

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

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;

γ — чувствительность измерительного прибора, ед/Вт.

1.5. Показатели точности

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

$$S_\Sigma = 2 \sqrt{\frac{\theta_{\text{пип}}^2 + \theta_n^2 + \theta_{\text{и}}^2 + \theta_{\text{пр}}^2}{3} + S^2(\tilde{A})}, \quad (3)$$

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

θ_n — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения сопротивления нагрузки, %;

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

$\theta_{\text{пр}}$ — 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%.

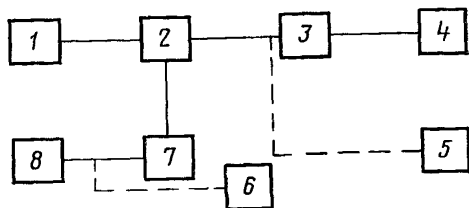
2.2.5. Измерение частоты повторения импульсов лазерного излучения производят частотомером, подключенным к нагрузке фотоэлектрического преобразователя.

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 мм² вычисляют по осциллограмме по формуле

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

где τ — 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_{Σ}) в % с вероятностью не менее 0,95 в соответствии с ГОСТ 8.207—76 вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = 2 \sqrt{\frac{\Theta_w^2 + \Theta_d^2 + \Theta_s^2 + \Theta_{\text{пр}}^2}{3} + S^2(\tilde{A})}, \quad (7)$$

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

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

Θ_p — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения средней мощности, %;

Θ_f — граница неисключенной систематической погрешности результата измерения частоты, %;

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

Θ_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 ИЗМЕРЕНИЙ ПО МЕТОДУ А

Наименование	Тип	Диапазон измерений (чувствительность на длине волны)	Погрешность, % не более	Спектральный диапазон (диапазон длительностей импульсов)	Номер по Госреестру
1 Измерительный фотоэлектрический преобразователь	ФК-2	10^4 Вт	25	0,38—1,3 мкм ($8 \cdot 10^{-10}$ с)	5940—77
2 Измерительный фотоэлектрический преобразователь	ФК-15	$1,85 \cdot 10^{-3}$ — $0,74 \cdot 10^7$ Вт	25	0,38—1,1 мкм ($5 \cdot 10^{-10}$ с)	4704—75
3 Измерительный фотоэлектрический преобразователь	ФК-19	$1,85 \cdot 10^{-3}$ — $1,5 \cdot 10^4$ Вт	25	0,38—1,1 мкм ($7 \cdot 10^{-10}$ с)	4705—75
4 Измерительный фотоэлектрический преобразователь	ФК-20	$1,85 \cdot 10^{-3}$ — $1,9 \cdot 10^4$ Вт	25	0,38—1,1 мкм ($8 \cdot 10^{-10}$ с)	4706—75
5 Измерительный фотоэлектрический преобразователь	ФК 26	$4 \cdot 10^{-5}$ А/Вт (1,06 мкм)	25	0,38—1,1 мкм ($5 \cdot 10^{-10}$ с)	5941—77
6 Измерительный фотоэлектрический преобразователь	ФС-20	$5 \cdot 10^{-3}$ — $4 \cdot 10^5$ Вт	25	0,38—0,65 мкм ($5 \cdot 10^{-10}$ с)	4707—75
7 Измерительный фотоэлемент	ФЭК 22 СПУ	$5 \cdot 10^{-3}$ А/Вт (0,265 мкм) $1,5 \cdot 10^{-2}$ А/Вт (0,53 мкм)	15	0,22—0,45 мкм 0,45—0,65 мкм	6989—79
8 Измерительный фотоэлектрический преобразователь	ФК-31	$1 \cdot 10^3$ Вт/см ²	15	0,4—1,2 мкм (10^{-8} — 10^{-7} с)	8351—81
9 Измерительный фотоэлемент	ФЭК 29КПУ	$1,5 \cdot 10^{-3}$ А/Вт (0,265 мкм) $5 \cdot 10^{-4}$ А/Вт (0,694 мкм) $5 \cdot 10^{-5}$ А/Вт (1,06 мкм)	15	0,22—1,1 мкм ($5 \cdot 10^{-10}$ с)	6990—79
10 Фотоэлектронный измерительный умножитель	28ЭЛУ-Ф15	10^5 А/Вт (0,53 мкм) $5 \cdot 10^4$ Вт	15	0,22—1,1 мкм ($3 \cdot 10^{-9}$ с)	7310—79
11 Измеритель параметров импульсов	ИЧ-5	0,1—9 В	3—8	(10^{-9} — $5 \cdot 10^{-2}$ с)	
12 Милливольтметры импульсного тока	ВЧ 17 ВЧ-14	0,1—100 В 30—1000 мВ	5 5	20— $3 \cdot 10^8$ Гц (0,2—1000 мкс) 0—100 Гц	

Наименование	Тип	Диапазон измерений (чувствительность на длине волны)	Погреш- ность, %, не более	Спектральный диапазон (диапазон длительностей импульсов)	Номер по Госреестру
13 Осциллографы	С1—75	250 МГц, чувст 10 мВ/дел	5		
	С1—70	50 МГц, чувст 10 мВ/дел — 5 В/дел	5		
14 Стробоскопический осциллограф с аналого-цифровым преобразователем	С7—9	6 ГГц, чувст 10 мВ/дел — 200 мВ/дел	5		
15 Наносекундный фотометр	ФН	10^{-3} — 10 Дж 10^4 — 10^8 Вт $3 \cdot 10^6$ — 10^8 Вт	(16—30) (22—35) (22—35)	0,53, 0,69, 1,06 мкм [(25—250) · 10^{-9} с]	6608—78
16 Частотный фотометр	ФЧ	10^{-3} — 10 Дж	(17—35)	0,53, 0,69, 1,06 мкм [(25—250) · 10^{-9} с]	6609—78
17 Измеритель энергии и максимальной мощности однократного импульса излучения лазера	ИФО	$2,5 \cdot 10^5$ — 10^8 Вт	15	0,38—1,3 мкм [(1—20) · 10^{-8} с]	6865—78
18 Фотометр удаленного расположения	ФУР	10^{-10} — 10^{-7} Дж $7 \cdot 10^{-7}$ — $7 \cdot 10^{-5}$ Дж	20 20	0,9 мкм 0,53, 0,69, 1,06 мкм	8132—81
19 Лабораторный фотометр общего назначения	ЛФО	10^{-4} — 10 Дж 10^{-3} — 10 Дж	(13—22) (13—24)	0,69 мкм 0,53, 1,06 мкм	6909—78

Примечание Допускается пользоваться средствами измерения других типов, у которых в пределах заданной в п 125 погрешности известны значения чувствительности

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПО МЕТОДУ Б

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

Наименование	Тип	Диапазон измерений	Погрешность, %, не более	Спектральный диапазон (диапазон длительностей 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 $(30-500) \cdot 10^{-9}$ с	5 5		
12 Многоканальный осциллографический измеритель	Лотос	$(0,5-100) \cdot 10^{-9}$ с	5		

Примечание Допускается пользоваться средствами измерений других типов, у которых в пределах заданной в пп 222 и 224 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