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

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.375.826.083:006.354 Группа Т35

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ЛАЗЕРЫ

Методы измерения максимальной мощности импульсного лазерного излучения

Lasers. Methods of pulse laser radiation peak power measurement

ГОСТ 25819—83

ОКСТУ 6341 00

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 ($P_м$) в Вт вычисляют по формуле

$$P_м = \frac{U_м}{S \cdot R_н}, \qquad (1)$$

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

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

$R_н$ — сопротивление нагрузки, Ом.

При измерении максимальной мощности измерительным прибором $P_{\text{и}}$ вычисляют по формуле

$$P_{\text{и}} = \frac{N}{\gamma}, \qquad (2)$$

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

$$S_{\Sigma} = 2\sqrt{\frac{\theta^2_{\text{пип}} + \theta^2_{\text{н}} + \theta^2_{\text{и}} + \theta^2_{\text{пр}}}{3} + S^2(\widetilde{A})}, \qquad (3)$$

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

$\theta_{\text{н}}$ — 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.), %;

$S(\widetilde{A})$ — 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%.

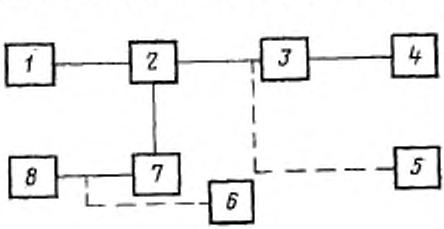
2.2.5. Измерение частоты повторения импульсов лазерного излучения производят частотомером, подключенным к нагрузке фотоэлектрического преобразователя.

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

$$W = \frac{P_{ср}}{f}, \tag{4}$$

где $P_{ср}$ — средняя мощность, Вт;

f — частота повторения импульсов, Гц;

2.4.2. Площадь измеренного импульса (S) в мм² вычисляют по осциллограмме по формуле

$$S = \tau \sum_{i=1}^{n} A_i, \tag{5}$$

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 ($P_м$) в Вт вычисляют по формуле

$$P_м = \frac{A_{max} \cdot W}{K \cdot S \cdot K_x} \tag{6}$$

где $A_{max} = \max \{A_i\}$;

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 ($S_{\text{[illegible]}}$) в % с вероятностью не менее 0,95 в соответствии с ГОСТ 8.207—76 вычисляют по формуле

$$S_{\text{[illegible]}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\theta_{\text{[illegible]}}^2 + \theta_{\text{д}}^2 + \theta_{\text{[illegible]}}^2 + \theta_{\text{пр}}^2}{3} + S^2(\tilde{A})}, \tag{7}$$

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, %;

$\Theta_д$ — 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	$1{,}85 \cdot 10^{-3}$—$1{,}5 \cdot 10^{6}$ Вт	25	0,38—1,1 мкм ($7 \cdot 10^{-10}$ с)	4705—75
4. Измерительный фотоэлектрический преобразователь	ФК-20	$1{,}85 \cdot 10^{-3}$—$1{,}9 \cdot 10^{6}$ 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	$5 \cdot 10^{-5}$—$4 \cdot 10^{5}$ 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	И4-5	0,1—9 В	3—8	(10^{-9} . . . $5 \cdot 10^{-2}$ с) 20 . . . $3 \cdot 10^{9}$ Гц	
12. Милливольтметры импульсного тока	ВЧ-17 ВЧ-14	0,1—100 В 30—1000 мВ	5 5	(0,2—1000 мкс) 0—100 Гц	

Продолжение

Наименование	Тип	Диапазон измерений (чувствительность на длине волны)	Погрешность, %, 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	(16—30)	0,53; 0,69; 1,06 мкм	6608—78
		10^{4}—10^{8} Вт	(22—35)	[(25—250)·10^{-9} с]	
		$3\cdot10^{6}$—10^{8} Вт	(22—35)		
16. Частотный фотометр	Ф1	10^{-8}—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	$2{,}5\cdot10^{5}$—10^{9} Вт	15	0,38—1,3 мкм [(1—20)·10^{-8} с]	6865—78
18. Фотометр удаленного расположения	ФУР	10^{-10}—10^{-7} Дж	20	0,9 мкм	8132—81
		$7\cdot10^{-7}$—$7\cdot10^{-5}$ Дж	20	0,53; 0,69; 1,06 мкм	
19. Лабораторный фотометр общего назначения	ЛФО	10^{-4}—10 Дж	(13—22)	0,69 мкм	6909—78
		10^{-3}—10 Дж	(13—24)	0,53; 1,06 мкм	

Примечание. Допускается пользоваться средствами измерения других типов, 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	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^{-5}—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^{-3} с)	7527—80
4. Переносной малогабаритный фотометр широкого применения для импульсных лазеров	ФПМ-02	$5 \cdot 10^{-9}$—$0{,}5 \cdot 10^{-3}$ Дж $5 \cdot 10^{-3}$—10^{-5} Дж	20	0,53; 0,69; 1,06 мкм 0,89—0,93 мкм	7944—80
5. Измеритель мощности и энергии	М3-49	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^{-3} 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	Ч3-32	10 Гц—3,5 МГц 10—170 В	1 5		6370—77

Продолжение

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		
11 Осциллографический измеритель однократных процессов	6ЛОР-04	10—300 В (30—500) · 10^{-9} с	5 5		5961—77
12. Многоканальный осциллографический измеритель	Лотос	(0,5—100) · 10^{-9} 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*

gost.e-ecolog.ru

Сд. в 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