

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

**ЛАЗЕРЫ И ИЗЛУЧАТЕЛИ  
ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ**

**МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Издание официальное**

**БЗ 2—92/173**

**ГОССТАНДАРТ РОССИИ**

**Москва**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****ЛАЗЕРЫ И ИЗЛУЧАТЕЛИ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ****Метод измерения поляризационных характеристик  
лазерного излучения****ГОСТ Р  
50006—92****Lasers and solid-state laser heads.  
Method of polarization characteristics**

ОКП 63 4200

Дата введения 01.01.93

Настоящий стандарт распространяется на твердотельные лазеры и излучатели импульсного режима с модуляцией добротности (далее — лазеры) и устанавливает метод измерения параметров, определяющих состояние поляризации лазерного излучения: параметров Стокса, степени поляризации лазерного излучения, азимута эллиптически-поляризованного излучения, эллиптичности поляризации.

Термины, применяемые в стандарте, и их пояснения — по ГОСТ 15093, ГОСТ 23778 и приложению 1.

Общие положения — по ГОСТ 24714.

Требования радиационной и лазерной безопасности должны соответствовать ГОСТ 12.1.040 и Публикации МЭК 825\*.

**1. ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЙ**

1.1. Измерение параметров, определяющих состояние поляризации лазерного излучения, основано на измерении энергии (мощности) лазерного излучения, прошедшего через анализатор, плоскость пропускания которого образует определенные углы с горизонтальным направлением, или прошедшего через призму, или

\*) До прямого применения стандарта МЭК в качестве государственного стандарта рассылку данного стандарта МЭК на русском языке осуществляет ВНИИ «Электронстандарт».

Издание официальное

© Издательство стандартов, 1992

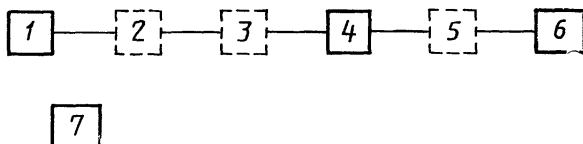
Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта России

четвертьволновую пластину (далее — фазовую пластину) и анализатор, плоскости пропускания которых имеют определенную ориентальную ориентацию.

Поляризационные характеристики лазерного излучения измеряют в многомодовом режиме работы лазера, если одномодовый режим не оговорен в эксплуатационной документации на лазер.

## 2. АППАРАТУРА

2.1. Схема расположения средств измерений и вспомогательных устройств должна соответствовать чертежу.



1 — лазер; 2 — диафрагма; 3 — фазовая пластина или призма; 4 — анализатор; 5 — ослабитель; 6 — средство измерения энергии (мощности) лазерного излучения; 7 — средство юстировки

2.2. Перечень рекомендуемых средств измерений и вспомогательных устройств приведен в приложении 2, (табл. 2).

2.3. Диафрагма должна иметь отверстие диаметром не более 1,0 мм.

2.4. Фазовая пластина (или призма) должна создавать разность фаз между ортогональными линейно-поляризованными составляющими лазерного излучения на длине волны исследуемого лазера.

Погрешность измерения коэффициента пропускания фазовой пластины или призмы не должна быть более  $\pm 5\%$ .

2.5. Анализатор должен быть установлен в поворотное устройство (с градуированной шкалой), позволяющее фиксировать его положение таким образом, чтобы плоскость пропускания располагалась горизонтально, вертикально, под углом  $45^\circ$  и  $135^\circ$  к горизонтали.

Погрешность, обусловленная неточностью определения угла поворота, должна быть в пределах  $\pm 1,0\%$ .

2.6. Ослабитель должен обеспечивать пропускание энергии (мощности) лазерного излучения, значение которой не превышает верхний предел энергетического диапазона применяемого средства измерения.

2.7. Средство измерения энергии (мощности) лазерного излучения (далее — средство измерения) должно иметь энергетический,

спектральный и временной диапазоны, обеспечивающие измерение параметров излучения исследуемого лазера.

Погрешность средства измерения не должна быть более  $\pm 8\%$ .

2.8. Визуализатор должен обеспечивать наблюдение лазерного излучения в невидимой области спектра.

### 3. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Устанавливают лазер на рельс и подготавливают его к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на него. Юстируют лазер, для чего устанавливают две диафрагмы на рельс так, чтобы их отверстия находились на одинаковой высоте от горизонтальной плоскости рельса и расстояние между ними было не менее 1 м. Добиваются, чтобы излучение лазера проходило через отверстия диафрагм.

Допускается использовать для юстировки лазера одну диафрагму. Перемещая диафрагму вдоль рельса на расстояние не менее 1 м, добиваются прохождения лазерного излучения через отверстие диафрагмы в двух крайних ее положениях.

В случае, если излучение лазера находится в невидимой области спектра, юстировку лазера и контроль измерения проводят с помощью визуализатора. После юстировки диафрагму убирают.

3.2. Устанавливают средство измерения таким образом, чтобы лазерное излучение попадало в центр приемного окна. При необходимости перед приемником устанавливают ослабитель.

Включают средство измерения в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

3.3. Устанавливают анализатор таким образом, чтобы плоскость входной грани анализатора была перпендикулярна направлению распространения лазерного излучения, а плоскость пропускания линейного поляризатора была горизонтальной.

Допускается использовать другие приемы и средства юстировки.

3.4. Измеряют энергию (мощность) лазерного излучения ( $I_1$ ) с помощью средства измерения в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

3.5. Вращая поворотное устройство, устанавливают анализатор так, чтобы плоскость пропускания была вертикальна, и измеряют энергию (мощность) лазерного излучения ( $I_2$ ).

3.6. Вращая поворотное устройство, устанавливают анализатор так, чтобы плоскость пропускания составляла угол  $45^\circ$  с горизонталью. Измеряют энергию (мощность) лазерного излучения ( $I_3$ ) с помощью средства измерения в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

3.7. Вращая поворотное устройство, устанавливают анализатор так, чтобы направление пропускания составляло угол  $135^\circ$  с гори-

зонталью. Измеряют энергию (мощность) лазерного излучения ( $I_4$ ) с помощью средства измерения в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

3.8. Устанавливают перед анализатором фазовую пластину так, чтобы входная грань фазовой пластины была перпендикулярна направлению распространения лазерного излучения.

3.9. Вращая поворотное устройство, устанавливают анализатор в положение, указанное в п. 3.6, и измеряют энергию (мощность) лазерного излучения ( $I_5$ ) с помощью средства измерения в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

3.10. Вращая поворотное устройство, устанавливают анализатор в положение, указанное в п. 3.7, и измеряют энергию (мощность) лазерного излучения ( $I_6$ ) с помощью средства измерения в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

#### 4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ. ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1. Вычисляют полную энергию (мощность) лазерного излучения ( $W$ ) и параметры Стокса ( $M$ ,  $C$ ,  $S$ ) по формулам:

$$W = (I_1 + I_2) : K_0, \quad (1)$$

$$M = (I_1 - I_2) : K_0, \quad (2)$$

$$C = (I_3 - I_4) : K_0, \quad (3)$$

$$S = \frac{I_5 - I_6}{K_0 K_n}, \quad (4)$$

где  $W$  — полная энергия (мощность) лазерного излучения, Дж (Вт);

$I_1$  — значение сигнала, измеренное по п. 3.4, Дж (Вт);

$I_2$  — значение сигнала, измеренное по п. 3.5, Дж (Вт);

$K_0$  — коэффициент пропускания ослабителя на длине волны измеряемого лазерного излучения;

$M$  — компонента горизонтальной поляризации вектора Стокса лазерного излучения, Дж (Вт);

$C$  — компонента поляризации под углом  $45^\circ$  вектора Стокса лазерного излучения, Дж (Вт);

$I_3$  — значение сигнала, измеренное по п. 3.6, Дж (Вт);

$I_4$  — значение сигнала, измеренное по п. 3.7, Дж (Вт);

$S$  — компонента правоциркулярной поляризации вектора Стокса лазерного излучения, Дж (Вт);

$I_5$  — значение сигнала, измеренное по п. 3.9, Дж (Вт);

$I_6$  — значение сигнала, измеренное по п. 3.10, Дж (Вт);

$K_n$  — коэффициент пропускания фазовой пластины (призмы) на длине волны измеряемого лазерного излучения.

4.2. Вычисляют степень поляризации лазерного излучения ( $P$ ) по формуле

$$P = \frac{\sqrt{M^2 + C^2 + S^2}}{W} \quad (5)$$

4.3. Вычисляют азимут эллиптически-поляризованного излучения ( $\varphi$ ) по формуле

$$\varphi = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{C}{M} \quad (6)$$

4.4. Вычисляют эллиптичность поляризации лазерного излучения ( $\frac{a}{b}$ ) по формуле

$$\frac{a}{b} = \sqrt{\frac{W - \sqrt{M^2 + C^2}}{W + \sqrt{M^2 + C^2}}} \quad (7)$$

где  $a$  — малая ось эллипса поляризации лазерного излучения;  
 $b$  — большая ось эллипса поляризации лазерного излучения.

4.5. Границы интервалов погрешностей измерений параметров Стокса ( $\delta_M$ ;  $\delta_C$ ;  $\delta_S$ ), степени поляризации лазерного излучения ( $\delta_P$ ), азимута эллиптически-поляризованного излучения ( $\delta_\varphi$ ) и эллиптичности поляризации ( $\delta_{\frac{a}{b}}$ ) при установленной вероятности

0,95 определяют расчетным путем по формулам:

$$\delta_P = \pm 1,96 \sqrt{21,74 \frac{I_1^2 + I_2^2}{(I_1 - I_2)^2} + \frac{M^4 \delta_M^2 + C^4 \delta_C^2 + S^4 \delta_S^2}{1,96^2 (M^2 + C^2 + S^2)^2}} \quad (8)$$

$$\delta_\varphi = \pm \frac{C}{2M\varphi \left(1 + \frac{C^2}{M^2}\right)} \cdot \sqrt{\delta_C^2 + \delta_M^2} \quad (9)$$

$$\delta_{\frac{a}{b}} = \pm 1,96 \frac{\frac{W}{\frac{a^2}{b^2} (W + \sqrt{M^2 + C^2})}}{\times \sqrt{\frac{M^4 \delta_M^2 + C^4 \delta_C^2}{1,96^2 (M^2 + C^2)} + 21,74 (M^2 + C^2)}} \quad (10)$$

$$\delta_M = \pm 1,96 \sqrt{10,86 \frac{I_1^2 + I_2^2}{(I_1 - I_2)^2} + 2,33} \quad (11)$$

$$\delta_C = \pm 1,96 \sqrt{10,86 \frac{I_3^2 + I_4^2}{(I_3 - I_4)^2} + 2,33} \quad (12)$$

$$\delta_S = \pm 1,96 \sqrt{10,86 \frac{I_5^2 + I_6^2}{(I_5 - I_6)^2} + 10,69} \quad (13)$$

4.6. Расчет погрешностей измерения приведен в приложении 3.

Таблица 1

## ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНДАРТЕ, И ИХ ПОЯСНЕНИЯ

Термин	Пояснение
Компонента горизонтальной поляризации нормированного вектора Стокса лазерного излучения	Разность энергии (мощности) линейно-поляризованного лазерного излучения, прошедшего через поляризаторы с азимутами 0 и 90° относительно заданной системы координат
Компонента поляризации под углом 45° нормированного вектора Стокса лазерного излучения	Разность энергии (мощности) линейно-поляризованного излучения, прошедшего через поляризаторы с азимутами 45 и 135° относительно заданной системы координат
Компонента правоциркулярной поляризации нормированного вектора Стокса лазерного излучения	Разность энергии (мощности) лазерного излучения, прошедшего через устройство, пропускающее колебания с правой круговой поляризацией, и излучения, прошедшего через устройство, пропускающее колебания с левой круговой поляризацией

**ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ  
И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

Таблица 2

Наименование	Тип	Обозначение документа
Анализатор	Поляризатор	ет МЗ.847.027
Призма	—	ет 7.201.030
Ослабитель	Стекло цветное оптическое 40×40	ГОСТ 9411
Измеритель	Измеритель калориметрический твердотельный ИКТ-1Н	TU 50—15—83
	Измеритель средней мощности ИМО-2Н	TU 50—39—83
Визуализатор	—	ет 2.845.001 TU
Линейка	—	ГОСТ 17435
Диафрагма	—	ет 3.932.004
Рейтер	—	Нет 4.110.000
Направляющая	—	Нет 4.202.007
Рельс (оптической скамьи станочного профиля)	Стенд лабораторный	ет М4.137.038
Фазовая пластина	—	ет 3.904.034

Примечание. Допускается применение других средств измерений и вспомогательных устройств с техническими характеристиками, соответствующими требованиям, указанным в разд. 2.

## РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

Погрешности измерения параметров Стокса ( $\delta_M$ ;  $\delta_C$ ;  $\delta_S$ ), степени поляризации лазерного излучения ( $\delta_P$ ), азимута эллиптически — поляризованного излучения ( $\delta_\varphi$ ) и эллиптичности поляризации ( $\delta_a$ ) определяют по формулам соответственно:

$$\delta_M = \pm K_M \sqrt{a \cdot \frac{I_1^2 - I_2^2}{(I_1 - I_2)^2} \cdot \left( \frac{\delta_1^2}{K_1^2} + \frac{\delta_2^2}{K_2^2} \right) + \frac{\delta_3^2}{K_3^2} + \frac{\delta_4^2}{K_4^2}}, \quad (14)$$

$$\delta_C = \pm K_C \sqrt{a \cdot \frac{I_3^2 + I_4^2}{(I_3 - I_4)^2} \cdot \left( \frac{\delta_1^2}{K_1^2} + \frac{\delta_2^2}{K_2^2} \right) + \frac{\delta_3^2}{K_3^2} + \frac{\delta_4^2}{K_4^2}}, \quad (15)$$

$$\delta_S = \pm K_S \sqrt{a \cdot \frac{I_5^2 + I_6^2}{(I_5 - I_6)^2} \cdot \left( \frac{\delta_1^2}{K_1^2} + \frac{\delta_2^2}{K_2^2} \right) + \frac{\delta_3^2}{K_3^2} + \frac{\delta_4^2}{K_4^2} + \frac{\delta_5^2}{K_5^2}}, \quad (16)$$

$$\delta_P = \pm K_P \sqrt{\frac{M^4 \frac{\delta_M^2}{K_M^2} + C^4 \frac{\delta_C^2}{K_C^2} + S^4 \frac{\delta_S^2}{K_S^2}}{(M^2 + C^2 + S^2)^2} + \frac{I_1^2 + I_2^2}{(I_1 + I_2)^2} \left( \frac{\delta_1^2}{K_1^2} + \frac{\delta_2^2}{K_2^2} \right)}, \quad (17)$$

$$\delta_\varphi = \pm K_\varphi \frac{C}{2M_\varphi \left( 1 + \frac{C^2}{M^2} \right)} \cdot \sqrt{\frac{\delta_C^2}{K_C^2} + \frac{\delta_M^2}{K_M^2}}, \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \delta_a = & \pm K_a \frac{W}{\frac{a}{b^2} (W + \sqrt{M^2 + C^2})} \times \\ & \times \sqrt{\frac{M^4 \frac{\delta_M^2}{K_M^2} + C^4 \frac{\delta_C^2}{K_C^2}}{M^2 + C^2} + (M^2 + C^2) \left( \frac{\delta_1^2}{K_1^2} + \frac{\delta_2^2}{K_2^2} \right)}, \end{aligned} \quad (19)$$

где  $a$  — коэффициент, обусловленный исключением в процессе измерения систематических составляющих погрешностей средств измерения энергии (мощности), так как при измерении  $I_1$ ;  $I_2$ ;  $I_3$ ;  $I_4$ ;  $I_5$ ;  $I_6$  используется один и тот же экземпляр средства измерения,  $a \leq 0,5$ ;

$\delta_1$  — погрешность средства измерения  $\pm 8\%$ ;

$\delta_2$  — погрешность, обусловленная неточностью градуировки шкалы анализатора  $\pm 1\%$ ;

$\delta_3$  — погрешность, вносимая ослабителем  $\pm 3\%$ ;

$\delta_4$  — погрешность, обусловленная нестабильностью энергии (мощности) лазерного излучения за время проведения измерений  $\pm 3\%$ ;

$\delta_5$  — погрешность, вносимая фазовой пластиной (призмой)  $\pm 5\%$ ;  $K_M$ ;  $K_C$ ;  $K_S$ ;  $K_P$ ;  $K_\varphi$ ;  $K_a$ ;  $K_1$ ;  $K_2$ ;  $K_3$ ;  $K_4$ ;  $K_5$  — коэффициенты, зависящие от распре-

деления суммарных, частных погрешностей и установленной вероятности, с которой определены эти погрешности;  $K_1=K_2=K_3=K_5=1,73$  — для равномерного закона распределения;  $K_M=K_C=K_S=K_P=K_\varphi=K_a=1,96$  — для нормального

закона распределения;

$K_4=3$ .

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством электронной промышленности СССР

### РАЗРАБОТЧИКИ

Н. В. Фролов (руководитель темы); Г. В. Кудрявцева;  
Л. А. Медведева; Е. В. Краснова

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением  
Госстандарта России от 15.07.92 № 695

3. Срок проверки — 1997 г.

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 12.1.040—83	Вводная часть
ГОСТ 9411—81	Приложение 2
ГОСТ 15093—90	Вводная часть
ГОСТ 17435—72	Приложение 2
ГОСТ 23778—79	Вводная часть
ГОСТ 24714—81	Вводная часть
Публикация МЭК 825	Вводная часть

Редактор *В. М. Лысенкина*  
Технический редактор *О. Н. Никитина*  
Корректор *А. В. Прокофьева*

Сдано в наб. 06.08.92 Подп. в печ. 10.09.92 Усл. п. л. 0,75. Усл. кр.-отт. 0,75. Уч.-изд. л. 0,55.  
Тираж 141 экз.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП.  
Новопресненский пер., 3.  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1801