ГОСТ Р 50006—92

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЛАЗЕРЫ И ИЗЛУЧАТЕЛИ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Издание официальное

БЗ 2—92/173

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

УДК 621.375.826:539.1.05:006.354 Группа Э29

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

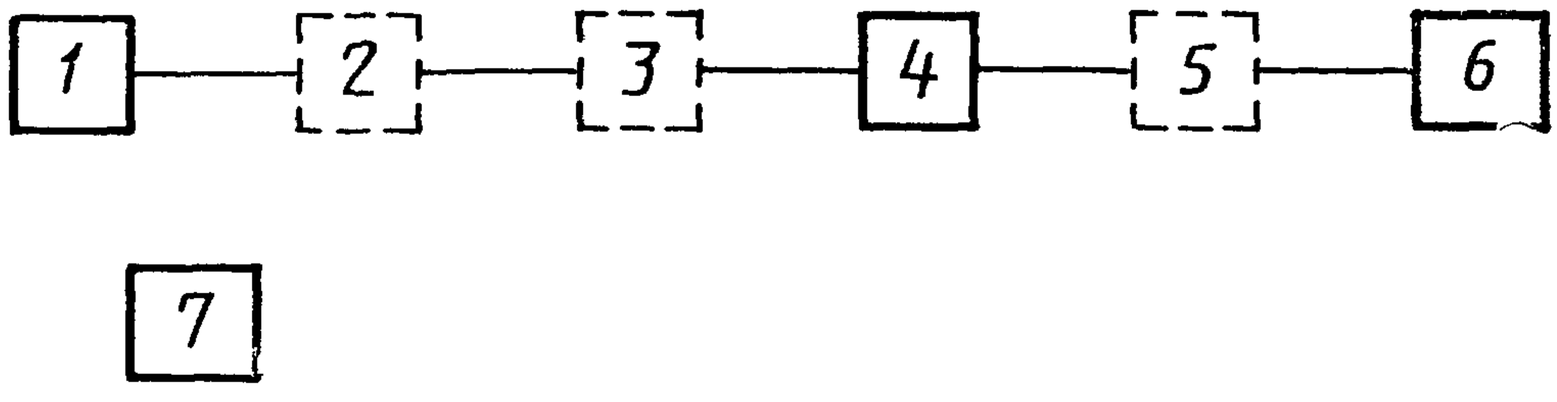
Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта России

четвертьволновую пластину (далее — фазовую пластину) и анализатор, плоскости пропускания которых имеют определенную относительную 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 ± 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° и 135° 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 ±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° 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° 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 помсщью 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:

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

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

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

$$S=\frac{I_5-I_6}{K_0K_\text{п}}, \quad (4)$$

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° 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);

$K_\text{п}$ — 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 (φ) по формуле

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

4.4. Вычисляют эллиптичность поляризации лазерного излучения $\left(\frac{a}{b}\right)$ 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 (δ_M; δ_C; δ_S), степени поляризации лазерного излучения (δ_P), азимута эллиптически-поляризованного излучения (δ_φ) и эллиптичности поляризации ($\delta_{\frac{a}{b}}$) при установленной вероятности 0,95 определяют расчетным путем по формулам:

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

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

$$\delta_{\frac{a}{b}} = \pm 1{,}96 \frac{W}{\frac{a^2}{b^2}(W+\sqrt{M^2+C^2})} \times$$

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

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

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

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

4.6. Расчет погрешностей измерения приведен в приложении 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Таблица 2

Наименование	Тип	Обозначение документа
Анализатор	Поляризатор	ет М3.847.027
Призма	—	ет 7.201.030
Ослабитель	Стекло цветное оптическое 40×40	ГОСТ 9411
Измеритель	Измеритель калориметрический твердотельный ИКТ-1Н	ТУ 50—15—83
	Измеритель средней мощности ИМО-2Н	ТУ 50—39—83
Визуализатор	—	ет 2.845.001 ТУ
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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

Погрешности измерения параметров Стокса (δ_M; δ_C; δ_S), степени поляризации лазерного излучения (δ_P), азимута эллиптически — поляризованного излучения (δ_φ) и эллиптичности поляризации ($\delta_{\frac{a}{b}}$) определяют по формулам соответственно:

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

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

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

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

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

$$\delta_{\frac{a}{b}} = \pm K_{\frac{a^2}{b^2}} \frac{W}{\frac{a}{b}\left(W + \sqrt{M^2 + C^2}\right)} \times$$

$$\times \sqrt{\frac{M^4 \frac{\delta_M^2}{K_M^2} + C^4 \frac{\delta_C^2}{K_C^2}}{M^2 + C^2} + (M^2 + C^2)\left(\frac{\delta_1^2}{K_1^2} + \frac{\delta_2^2}{K_2^2}\right)}, \qquad (19)$$

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, $a \leqslant 0{,}5$;

δ_1 — погрешность средства измерения ± 8 %;

δ_2 — погрешность, обусловленная неточностью градуировки шкалы анализатора ± 1 %;

δ_3 — погрешность, вносимая ослабителем ± 3 %;

δ_4 — погрешность, обусловленная нестабильностью энергии (мощности) лазерного излучения за время проведения измерений ±3 %;

δ_5 — погрешность, вносимая фазовой пластиной (призмой) ±5 %; K_M; K_C; K_S; K_P; K_φ; $K_{\frac{a}{b}}$; K_1; K_2; K_3; K_4; K_5 — коэффициенты, зависящие от распределения 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; $K_M=K_C=K_S=K_P=K_\varphi=K_{\frac{a}{b}}=1{,}96$ — 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