



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
8.780—
2012

Государственная система обеспечения
единства измерений

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА
ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГИИ,
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ,
ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА И ДЛИНЫ
ВОЛНЫ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,3 ДО 2,0 мкм**

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2013

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ») Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 сентября 2012 г. № 307-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

II

Государственная система обеспечения единства измерений

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГИИ,
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ, ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСА И ДЛИНЫ ВОЛНЫ
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН ОТ 0,3 ДО 2,0 мкм

State system for ensuring the uniformity of measurements.

State verification schedule for means of measuring of the energy, of the distribution of energy density,
of the pulse duration and of the laser wavelength in the wavelength range from 0,3 to 2,0 μm

Дата введения — 2013—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на государственную поверочную схему [рисунок А.1 (приложение А)] для средств измерений (СИ) энергии, распределения плотности энергии, длительности импульса и длины волны лазерного излучения (ЛИ) и устанавливает назначение государственного первичного эталона (ГПЭ) единиц энергии — джоуля (Дж), распределения плотности энергии — джоуля на квадратный сантиметр (Дж/см²), длительности импульса — секунды (с), длины волны ЛИ — метра (м), комплекс основных СИ, входящих в его состав, основные метрологические характеристики ГПЭ и порядок передачи единиц величин от ГПЭ с помощью рабочих эталонов (РЭ) рабочим средствам измерений (РСИ) с указанием погрешностей и основных методов передачи единиц величин.

2 Сокращения и обозначения

2.1 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГПЭ — государственный первичный эталон;

ЛИ — лазерное излучение;

НСП — неисключенная систематическая погрешность;

РСИ — рабочее средство измерений;

РЭ — рабочий эталон;

СИ — средство измерений;

СКО — среднее квадратическое отклонение результатов измерений.

2.2 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

f_n — частота повторения;

$H(x, y)$ — распределение плотности энергии;

P — средняя мощность;

Q — энергия импульса;

$S_{H(x,y)}$ — среднее квадратическое отклонение результата сличений единицы РПЭ;

$S_{\lambda,Q}$ — среднее квадратическое отклонение результата сличений единицы энергии лазерного излучения;

S_{λ} — среднее квадратическое отклонение результата сличений единицы длины волны лазерного излучения;

S_{τ_n} — среднее квадратическое отклонение результата сличений единицы длительности импульса лазерного излучения;

u_c — суммарная стандартная неопределенность измерений;

λ — длина волны;

τ_n — длительность импульса лазерного излучения.

3 Государственный первичный эталон

3.1 ГПЭ применяют для воспроизведения и хранения единиц величин энергии, распределения плотности энергии, длительности импульса и длины волны ЛИ и передачи единиц величин с помощью РЭ РСИ.

3.2 В состав ГПЭ входят следующие СИ и оборудование:

- комплекс СИ для воспроизведения и передачи единицы величины энергии импульсного ЛИ;
- комплекс СИ для воспроизведения и передачи единицы величины распределения плотности энергии импульсного ЛИ;
- комплекс СИ для воспроизведения и передачи единицы величины длительности импульса ЛИ;
- комплекс СИ для воспроизведения и передачи единицы величины длины волны ЛИ;
- вспомогательная аппаратура для обеспечения функционирования ГПЭ и обработки информации.

3.3 Диапазон значений, воспроизводимых ГПЭ, составляет:

- $1 \cdot 10^{-2} \dots 5 \cdot 10^{-1}$ Дж — для Q на фиксированных λ 0,532; 1,064 и 1,570 мкм;
- $1 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-2}$ Дж/см² — для $H(x, y)$ в диапазоне λ 0,4...1,1 мкм;
- $1 \cdot 10^{-9} \dots 1 \cdot 10^{-6}$ с — для τ_n в спектральном диапазоне λ 0,4...1,1 мкм;
- 0,3...1,1 мкм — для λ в диапазоне $P(Q)$ $1 \cdot 10^{-4} \dots 1$ Вт (Дж).

3.4 ГПЭ обеспечивает воспроизведение единицы величины энергии импульсного ЛИ с СКО S_Q не более $2 \cdot 10^{-3}$ при десяти независимых наблюдениях.

НСП Θ_Q — не более $2 \cdot 10^{-3}$.

Суммарная стандартная неопределенность измерений $u_c(Q)$ — не более $5 \cdot 10^{-3}$.

3.5 ГПЭ обеспечивает воспроизведение единицы величины распределения плотности энергии импульсного ЛИ с СКО $S_{H(x, y)}$ не более $4 \cdot 10^{-3}$ при десяти независимых наблюдениях.

НСП $\Theta_{H(x, y)}$ — не более $4 \cdot 10^{-3}$.

Суммарная стандартная неопределенность измерений $u_c(H)$ — не более $1,2 \cdot 10^{-2}$.

3.6 ГПЭ обеспечивает воспроизведение единицы величины длительности импульса ЛИ с СКО S_{τ_n} не более $0,7 \cdot 10^{-3}$ при десяти независимых наблюдениях.

НСП Θ_{τ_n} — не более $1 \cdot 10^{-3}$.

Суммарная стандартная неопределенность измерений $u_c(\tau_n)$ — не более $2 \cdot 10^{-3}$.

3.7 ГПЭ обеспечивает воспроизведение единицы величины длины волны ЛИ с СКО S_λ не более $5 \cdot 10^{-6}$ при десяти независимых наблюдениях.

НСП Θ_λ — не более $2 \cdot 10^{-6}$.

Суммарная стандартная неопределенность измерений $u_c(\lambda)$ — не более $5 \cdot 10^{-6}$.

3.8 Для обеспечения воспроизведения единиц величин энергии, распределения плотности энергии, длительности импульса и длины волны ЛИ с указанной точностью следует соблюдать правила хранения и применения ГПЭ, утвержденные в установленном порядке.

3.9 ГПЭ применяют для передачи единиц величин энергии, распределения плотности энергии, длительности импульса и длины волны ЛИ РЭ и высокоточным РСИ методом прямых измерений.

4 Рабочие эталоны

4.1 В качестве РЭ единицы величины энергии импульсного ЛИ используют комплексы, состоящие из стабилизированных импульсных лазеров в диапазоне λ 0,3...2,0 мкм с τ_n $1 \cdot 10^{-15} \dots 1 \cdot 10^{-7}$ с, системы электрической градуировки, системы регистрации и обработки информации.

4.2 В качестве РЭ единицы величины распределения плотности энергии импульсного ЛИ используют комплексы, состоящие из стабилизированных импульсных лазеров с диапазоном диаметра пучка d_0 1...50 мм и в диапазоне λ 0,3...2,0 мкм с τ_n $1 \cdot 10^{-15} \dots 1 \cdot 10^{-6}$ с, системы калибровки матричных РСИ по равномерному распределению плотности энергии (мощности) ЛИ, эталонного первичного измерительного преобразователя калориметрического типа с калиброванной диафрагмой на входе, системы регистрации и обработки информации.

4.3 В качестве РЭ единицы величины длительности импульсного ЛИ используют комплексы, состоящие из пикосекундного стабилизированного лазера на λ 1,064 мкм с τ_n $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-9}$ с, калиброванной меры оптической задержки (эталона Фабри-Перо), быстродействующего фотоприемника, широкополосного цифрового осциллографа, системы регистрации и обработки информации.

4.4 В качестве РЭ единицы величины длины волны ЛИ используют комплексы, состоящие из стабилизированных лазеров, набора стабилизированных спектральных ламп и спектрометров в диапазоне λ 0,3...2,0 мкм и в диапазоне $P(Q)$ $1 \cdot 10^{-6}$...1 Вт (Дж).

4.5 СКО РЭ составляют $2 \cdot 10^{-5}$... $5 \cdot 10^{-2}$.

4.6 РЭ применяют для поверки (калибровки) РСИ методом прямых измерений.

5 Рабочие средства измерений

5.1 В качестве РСИ используют:

- СИ энергии импульсного ЛИ с диапазоном измерений Q $1 \cdot 10^{-5}$...10 Дж в диапазоне λ 0,2...2,0 мкм с τ_n $1 \cdot 10^{-9}$... $1 \cdot 10^{-6}$ с при f_n до 10^3 Гц;
 - СИ энергии импульсного ЛИ с диапазоном измерений Q $1,0 \cdot 10^{-6}$...0,2 Дж в диапазоне λ 0,2...2,0 мкм с τ_n $1 \cdot 10^{-12}$... $1 \cdot 10^{-9}$ с при f_n до 10^3 Гц;
 - СИ энергии импульсного ЛИ с диапазоном измерений Q $1,0 \cdot 10^{-6}$...0,1 Дж в диапазоне λ 0,2...2,0 мкм с τ_n $1 \cdot 10^{-15}$... $1 \cdot 10^{-12}$ с при f_n до 10^3 Гц;
 - оптические аттенюаторы в диапазоне λ 0,3...2,0 мкм с коэффициентом ослабления $K_{осл}$ 10 ... 10^4 ;
 - СИ распределения плотности энергии импульсного ЛИ с диапазоном измерений $H(x; y)$ $5 \cdot 10^{-3}$...1 Дж/см² в диапазоне λ 0,3...2,0 мкм при τ_n $1 \cdot 10^{-9}$... $1 \cdot 10^{-3}$ с при f_n 1 ... $1 \cdot 10^2$ Гц;
 - СИ угла расходимости θ_n в диапазоне измерений 1 ...10 мрад и диаметра пучка импульсного ЛИ d_n в диапазоне измерений $1,0$...50 мм в диапазоне λ 0,3...2,0 мкм, в диапазоне Q $1 \cdot 10^{-6}$...1 Дж при τ_n $1 \cdot 10^{-9}$... $1 \cdot 10^{-3}$ с и f_n 1 ... $1 \cdot 10^2$ Гц;
 - СИ τ_n ЛИ в диапазоне измерений $1 \cdot 10^{-9}$... $1 \cdot 10^{-3}$ с в диапазоне λ 0,2...2,0 мкм;
 - СИ длины волны ЛИ λ в диапазоне измерений 0,3...2,0 мкм в диапазоне $P(Q)$ $1 \cdot 10^{-6}$...1 Вт (Дж).
- 5.2 Пределы допускаемых относительных погрешностей Δ_0 РСИ составляют $1,0 \cdot 10^{-4}$...0,1.

Приложение А
(обязательное)

Государственный стандарт России для средств измерения плотности энергии, распределения энергии, длительности импульсов и длины волны лазерного излучения в диапазоне длин волн от 0,3 до 2,0 мкм

Государственный стандарт России	Метод прямых измерений $S_{\text{пр}} \leq 4 \cdot 10^{-3}$	Метод прямых измерений $S_{\text{пр}} \leq 8 \cdot 10^{-3}$	Метод прямых измерений $S_{\text{пр}} \leq 2 \cdot 10^{-3}$	Метод прямых измерений $S_{\text{пр}} \leq 1,2 \cdot 10^{-3}$
Рабочие условия	Рабочие условия измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 4 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 2 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$	Рабочие условия измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 8 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 4 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 2 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$	Рабочие условия измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 2 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$	Рабочие условия измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 1,2 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,6 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,3 \cdot 10^{-3}$
Рабочие условия измерения	Средства измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,2 \cdot 10^{-3}$	Средства измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 2 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$	Средства измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,2 \cdot 10^{-3}$	Средства измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 0,6 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,3 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,1 \cdot 10^{-3}$
Рабочие условия измерения	Средства измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,2 \cdot 10^{-3}$	Средства измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 2 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$	Средства измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 1 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,5 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,2 \cdot 10^{-3}$	Средства измерения энергии и мощности лазерного излучения $Q = 1 \cdot 10^{-3} \dots 10^{-1}$ Дж $\lambda = 0,3 \dots 2,0$ мкм $P = 10^{-3} \dots 10^3$ Вт $\tau = 10^{-9} \dots 10^{-1}$ с $S_{\text{пр}} \leq 0,6 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,3 \cdot 10^{-3}$ $S_{\text{пр}} \leq 0,1 \cdot 10^{-3}$

Рисунок А.1

УДК 537.872:006.354

ОКС 17.020

Ключевые слова: государственный первичный эталон, государственная поверочная схема, рабочий эталон, рабочее средство измерений, энергия, распределение плотности энергии, длительность импульса, длина волны лазерного излучения

Редактор *М.В. Глушкова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 29.07.2013. Подписано в печать 21.08.2013. Формат 60 × 84 $\frac{1}{8}$. Гарнитура Ариал.
Усп. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,55. Тираж 123 экз. Зак. 869.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.

Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.