ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВЫЕ

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

ГОСТ 8.444—81

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам

ИСПОЛНИТЕЛИ

Б. М. Степанов, д-р физ.-мат. наук (руководитель темы); **В. И. Сачков**, канд. техн. наук; **Н. Ш. Хайкин**, канд. техн. наук; **А. П. Ромашков**; **Л. А. Косовский**; **О. С. Шимчук**, канд. физ.-мат. наук

ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам

Член Госстандарта **Л. К. Исаев**

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23 сентября 1981 г. № 4348

УДК 621.37.089.5.089.6:621.375.826:006.354 Группа Т88.8

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВЫЕ

Методы и средства поверки

ГОСТ 8.444—81

State System of Ensuring the Uniformity of Measurements. Standard instruments for dynamuc parameter mesurements of puls laser measuring tramducers. Methods and means for verification

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23 сентября 1981 г. № 4348 срок введения установлен

с 01.07 1982 г.

Настоящий стандарт распространяется на образцовые средства измерений динамических параметров (далее — ОСИ ДП) измерительных преобразователей, работающих на фиксированных длинах волн лазерного излучения 0,63 и 10,6 мкм, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл. 1.

1.2. При проведении поверки должны быть применены следующие средства:

рабочий эталон единицы мощности импульсного когерентного излучения (далее — РЭ ИМ) с основными метрологическими характеристиками по ГОСТ 8.198—76;

вспомогательные средства поверки:

электронная цифровая вычислительная машина с фотосчитывающим устройством, считывающим с 8-дорожечной перфоленты,

оптическая скамья типа ОСК-2.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1981

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта стандарта	Обязательность проведения операции при		
		выпуске из производства	ремонте*	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	3.1	Да	Да	Да
Опробование	3.2	Да	Да	Да
Определение временных параметров импульсов лазерного излучения	3.3.1	Да	Да	Да
Определение относительного значения среднего квадратического отклонения фактических значений временных параметров импульсов лазерного излучения	3.3.2	Да	Да	Да
Определение формы импульсов лазерного излучения	3.3.3	Да	Да	Да
Определение максимального относительного значения среднего квадратического отклонения нормированного значения мощности импульса лазерного излучения	3.3.4	Да	Да	Да

* Поверку проводят после ремонта, связанного с заменой оптических элементов, элементов сигнального электрического тракта, лазера и приборов, входящих в состав ОСИ ДП.

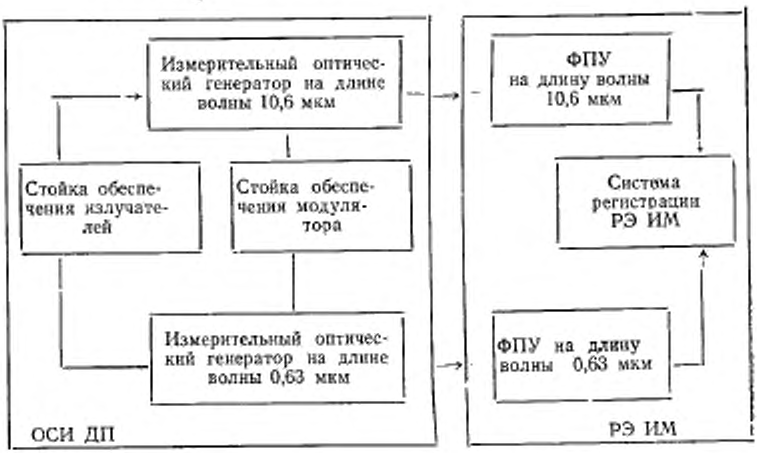
2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

2.1. Для используемых при поверке средств измерений, входящих в состав аппаратуры ОСИ ДП, должны быть соблюдены сроки поверки.

2.2. При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия применения по ГОСТ 24469—80.

2.3. Перед проведением поверки на оптическую скамью типа ОСК-2 (см. чертеж) устанавливают оптический измерительный генератор ОСИ ДП и фотоприемное устройство на длине волны 0,63 или 10,6 мкм, при этом фоточувствительная площадка приемника

должна находиться на расстоянии (200±50) мм от выходного отверстия оптического измерительного генератора. Система регистрации ОСИ ДП на чертеже не указана.



3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.1. Внешний осмотр

3.1.1. При внешнем осмотре ОСИ ДП устанавливают:

отсутствие внешних повреждений;

наличие надежных заземлений приборов и ОСИ ДП в целом;

соответствие комплектности и маркировки технической документации, утвержденной в установленном порядке;

соответствие соединений функциональной схеме.

3.2. Опробование

3.2.1. Включают и подготовляют к работе РЭ ИМ в соответствии с требованиями технической документации, утвержденной в установленном порядке, при этом режимы развертки синхронизации стробоскопического осциллографа РЭ ИМ устанавливают соответствующими III временно́му диапазону поверяемого ОСИ ДП в соответствии с табл. 2.

3.2.2. Включают аппаратуру ОСИ ДП, проверяют ее работоспособность и устанавливают на ОСИ ДП в соответствии с требованиями технической документации, утвержденной в установленном порядке, III временно́й диапазон воспроизведения импульсов лазерного излучения согласно табл. 2.

Таблица 2

Временной диапазон	Параметр	
	Наименование	Значение
I	Длительность фронта $\tau_ф$, с,	$(1—10)\cdot10^{-8}$
II	длительность среза $\tau_с$, с	$(1—10)\cdot10^{-7}$
III		$(1—10)\cdot10^{-6}$
I	Длительность импульса $\tau_и$, с	$(1—10)\cdot10^{-7}$
II		$(1—10)\cdot10^{-6}$
III		$(1—10)\cdot10^{-5}$

3.2.3. Максимальное значение мощности импульсов лазерного излучения, формируемых ОСИ ДП, должно соответствовать указанному ниже:

$5\cdot10^{-3}$ Вт — для длины волны 10,6 мкм;

$50\cdot10^{-6}$ Вт » » » 0,63 мкм.

3.2.4. Устанавливают частоту повторения импульсов лазерного излучения ОСИ ДП в диапазоне 100—1000 Гц.

3.2.5. Юстируя фотоприемное устройство рабочего эталона, добиваются появления максимального сигнала на экране стробоскопического осциллографа РЭ ИМ.

Примечание. Форма лазерного излучения импульсов ОСИ ДП при этом трапецеидальная $\tau_и / \tau_ф \approx 5$; $\tau_и / \tau_с \approx 5$.

3.3. Определение метрологических параметров

3.3.1. *Определение временны́х параметров импульсов лазерного излучения*

3.3.1.1. Временны́е параметры импульсов лазерного излучения определяют при поверке ОСИ ДП по РЭ ИМ методом прямых измерений с последующей математической обработкой полученных результатов.

3.3.1.2. Включают РЭ ИМ, записывают на перфоленту результаты измерений 30 импульсов лазерного излучения с интервалом между ними, равным 30 с.

3.3.1.3. Устанавливают на ОСИ ДП II временно́й диапазон воспроизведения импульсов лазерного излучения согласно табл. 2 и выполняют измерения в соответствии с п. 3.3.1.2.

3.3.1.4. Устанавливают на ОСИ ДП I временно́й диапазон воспроизведения импульсов лазерного излучения согласно табл. 2 и выполняют измерения в соответствии с п. 3.3.1.2.

3.3.1.5. Записанную на перфоленту измерительную информацию обрабатывают в соответствии с алгоритмом, приведенным в справочном приложении 1 и заносят в протокол (см. обязательное приложение 2).

3.3.1.6. Полученную измерительную информацию передают для дальнейшей обработки на ЭВМ.

3.3.1.7. Значения временны́х параметров импульса лазерного излучения (длительность импульса $\tau_и$, длительность фронта $\tau_ф$ и среза $\tau_с$) вычисляют по формуле

$$\overline{\tau}_j = \frac{\sum\limits_{j=1}^{M} \tau_j}{M}, \qquad (1)$$

где $\overline{\tau}_j$ — временно́й параметр, вычисленный по результатам одной реализации ($M \geqslant 30$).

3.3.1.8. Полученные значения временны́х параметров импульсов лазерного излучения заносят в протокол (см. табл. 1 обязательного приложения 2).

3.3.2. *Определение относительного значения среднего квадратического отклонения фактических значений временны́х параметров импульсов лазерного излучения (далее — $\sigma_{\text{оси в. п}}$)*

3.3.2.1. Определение $\sigma_{\text{оси в. п}}$ осуществляют в последовательности, изложенной ниже:

определяют относительное значение среднего квадратического отклонения полученных значений временны́х параметров по формуле

$$\sigma_{в.п} = \frac{1}{\overline{\tau}_j} \sqrt{\frac{\sum\limits_{j=1}^{M} (\tau_j - \overline{\tau}_j)^2}{M(M-1)}}; \qquad (2)$$

определяют среднее квадратическое отклонение фактических значений временны́х параметров по формуле

$$\sigma_{\text{оси в.п}} = \sqrt{\sigma^2_{\text{РЭ}} + \sigma^2_{\text{max в.п}}}, \qquad (3)$$

где $\sigma^2_{\text{РЭ}}$ — среднее квадратическое отклонение результата поверки РЭ ИМ (значения, указанные в паспорте);

$\sigma^2_{\text{max в. п}}$ — максимальное значение $\sigma_{в.п}$, полученное при определении $\sigma_{в.п}$ временны́х параметров в трех временны́х диапазонах воспроизведения и на длинах волн 0,63 и 10,6 мкм.

3.3.2.2. Полученные значения $\sigma_{\text{оси в.п}}$ заносят в протокол (см. табл. 1 обязательного приложения 2).

3.3.3. *Определение формы импульсов лазерного излучения*

3.3.3.1. В результате машинной обработки получают совокупность нормированных значений мощности, усредненных по M ре-

ализаций — $\overline{Z}_t$ (при этом в соответствии с предлагаемым алгоритмом $\overline{P}_{t\,нор} = Z_{tj}$).

3.3.3.2. Машинную распечатку значений $\overline{P}_{нор}$ для каждого временно́го диапазона и на длинах волн 0,63 и 10,6 мкм в диапазоне относительных уровней 0,1—1 заносят в протокол (см. табл. 3 обязательного приложения 2) и прилагают к паспорту на ОСИ ДП.

3.3.3.3. Относительные значения среднего квадратического отклонения результатов измерений σ_t для каждого дискретного момента времени определяют по формуле

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum\limits_{j=1}^{M} (\overline{Z}_t - Z_{tj})^2}{M(M-1)(Z_t)^2}}. \qquad (4)$$

3.3.4. Максимальное относительное значение среднего квадратического отклонения $\sigma_{ОСИ}$ нормированного значения мощности импульсов лазерного излучения, воспроизводимого ОСИ ДП, определяют по формуле

$$\sigma_{ОСИ} = \sqrt{\sigma_{РЭ}^2 + \sigma_{t\,max}^2}, \qquad (5)$$

где $\sigma_{t\,max}$ — максимальное значение из совокупности σ_t (см. п. 3.3.3.3).

3.3.5. Найденные значения $\sigma_{ОСИ}$ заносят в протокол (см. табл. 2 обязательного приложения 2).

3.3.6. ОСИ ДП считают годными к эксплуатации по результатам поверки, если временны́е параметры соответствуют требованиям в технической документации, утвержденной в установленном порядке, среднее квадратическое отклонение временны́х параметров импульсов лазерного излучения $\sigma_{max\,в.и}$ не превышает 6% и среднее квадратическое отклонение нормированного значения мощности импульса лазерного излучения, воспроизводимого ОСИ ДП $\sigma_{ОСИ}$, не превышает 6%.

4. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

4.1. При положительных результатах поверки на ОСИ ДП наносят поверительное клеймо и в паспорте или документе, его заменяющем, делают запись о годности к применению с указанием даты поверки и ставят подпись лица, выполнившего поверку, заверенную в порядке, установленном Госстандартом.

4.2. При отрицательных результатах поверки ОСИ ДП не допускают к выпуску из производства и после ремонта, а находящееся в эксплуатации изымают из применения, поверительное клеймо гасят и в паспорте или документе, его заменяющем, делают запись о его непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Измерительная информация с выходов двух стробоскопических преобразователей, входящих в состав РЭ (СП-1 и СП-2), записывается на перфоленте, с которой вводится в ЭВМ.

Алгоритм обработки измерительной информации при поверке ОСИ ДП состоит из следующих частей (см. схему):

ввод данных (блоки 1, 2, 4, 5);

оценочная обработка (блоки 6, 7, 15—17);

определение параметров и характеристик ОСИ ДП (блоки 8—16).

В ЭВМ проводятся следующие операции:

I. Ввод данных

1. Ввод данных:

а) исходных (блок 1);

б) служебной информации (блок 2);

в) измерительной информации (блок 4).

2. Перевод измерительной информации в коды, соответствующие кодам данной ЭВМ (блок 5).

II. Оценочная обработка

1. Первичная обработка (блок 6):

а) определение «нулевого уровня» СП-1 и СП-2

$$x_{0j}=\frac{2}{N}\sum_{i=1}^{N/2}x_{ij};\qquad y_{0j}=\frac{2}{N}\sum_{i=1}^{N/2}y_{ij}$$

где $1\leqslant i\leqslant\frac{N}{2}$; $1\leqslant j\leqslant M$;

б) определение значений отсчетов мощности импульса лазерного излучения и отсчетов максимальной мощности без «нулевого уровня»

$$x^{*}_{ij}=x_{ij}-x_{0j};\qquad y^{*}_{ij}=y_{ij}-y_{0j},$$

где $\frac{N}{2}+1\leqslant i\leqslant N$; $1\leqslant j\leqslant M$;

в) нормирование

$$z_{ij}=\frac{x^{*}_{ij}}{y^{*}_{ij}}\cdot K,$$

где $\frac{N}{2}+1\leqslant i\leqslant N$; $1\leqslant j\leqslant M$.

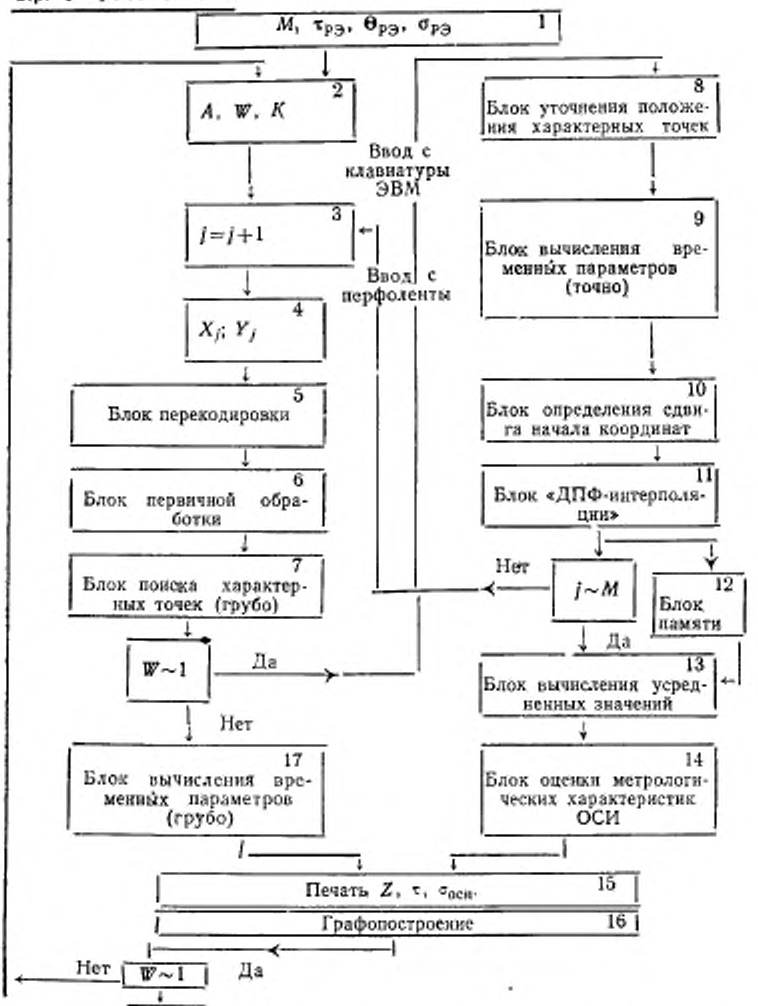
III. Определение параметров и характеристик ОСИ ДП

1. Нахождение отсчетов относительных значений мощности импульса лазерного излучения, ближайших к уровням 0,1; 0,5; 0,9 (блок 7):

а) $z_{kj}=\min\limits_{i}\{(0,1-z_{ij})\}$; $z_{lj}=\min\limits_{i}\{(0,1-z_{ij})\}$;

$$z_{mj}=\min_{i}\{(0,9-z_{ij})\},$$

где $\frac{N}{2}+1\leqslant i\leqslant\frac{3N}{4}$;



N—число отсчетов в реализации; *M*—число реализаций; *i*—номер отсчета в данной реализации; *j*—номер реализации; *x*—массив дискретных значений мощности оптического импульса (СП-1); *w* массив дискретных значений максимальной мощности измеряемого импульса (СП-2); *A*—число точек интерполяции; v_j—сдвиг отсчетов *j*-й реализации относительно уровня 0,1; *I'*—текущий отсчет в реализации, сдвинутой на v_j; *K*—масштабный коэффициент, определяемый по предварительному сличению СП-1 и СП-2

б) $z_{pj}=\min\limits_{i}\{(0,1-z_{ij})\}$; $z_{qj}=\min\limits_{i}\{(0,5-z_{ij})\}$;

$$z_{rj}=\min_{i}\{(0,9-z_{ij})\},$$

где $\frac{3N}{4}+1\leqslant i\leqslant N$.

2. В зависимости от значения параметра W выполняют:

2.1. Если $W\neq 1$, то

а) оценку величин τ_Φ, τ_c, $\tau_и$ (блок 17)

$$\hat{\tau}_\Phi=m-k;\quad \hat{\tau}_c=r-p;\quad \hat{\tau}_и=q-l;$$

б) распечатку массива Z_j, $\hat{\tau}$ (блок 15);

в) графопостроение Z_j (с изменением масштаба в реальном времени) (блок 16);

г) переход к блоку 2.

2.2. Если $W=1$, то

а) уточнение положения характерных точек с помощью процедуры полиномиальной интерполяции в окрестностях точек z_{kj}, z_{lj}, z_{mj}, z_{pj}, z_{qj}, z_{rj} (блок 18).

В результате получаем точки

$$z_{k'j}=z_{r'j}=0,1;\quad z_{l'j}=z_{q'j}=0,5;\quad z_{m'j}=z_{p'j}=0,9.$$

Число точек интерполяции — A.

Для уровней 0,1 и 0,9 — полиномы второй степени, а для уровня 0,5 — первой степени;

б) вычисление значений (блок 9)

$$\tau_\Phi=m'-k';\quad \tau_c=r'-p';\quad \tau_и=q'-l'.$$

3. Определение значения сдвига начала координат (блок 10)

$$v_j=k-k'.$$

4. Приведение значений отсчетов z_{ij} к новому началу координат — «ДПФ» —интерполяция» с параметром v_j (блок 11)

$$z_{i'j}=F^{-1}_{(v_j)}\left\{F_{(0)}\{z_{ij}\}\right\},$$

где $i'=i-v_j$; $\frac{N}{2}+1\leqslant i'\leqslant N$ — целые числа;

$F_{(\,)}$, $F^{-1}_{(\,)}$ — операторы прямого и обратного преобразований Фурье. В круглых скобках записывают параметр сдвига в преобразовании.

5. Запись массива $\{z_{i'j}\}=Z_j$ и значений τ_j^Φ; τ_j^c; $\tau_j^и$ в блок памяти (блок 12).

После повторения измерений и расчетов для M реализаций.

6. Вычисление усредненных значений

$$\overline{z_i}=\frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M} z_{i'j};$$

$$\tau=\frac{1}{M}\sum_{j=1}^{M}\tau_j;\quad \text{(для каждого временно́го параметра);}$$

$$\tau_{\text{осн}}=\sqrt{\tau^2-\tau^2_{\text{РЭ}}}$$

7. Оценка метрологических параметров ОСИ ДП:

а) вычисление СКО (блок 14)

$$\sigma(\ ) = \frac{1{,}1}{\bar{\tau}(\ )} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M} [\tau(\ )_j - \bar{\tau}(\ )]^2}{M(M-1)}}$$ (для каждого временно́го параметра);

$$\sigma_{t'} = \frac{1{,}1}{\bar{z}_{t'}} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M} [\bar{z}_{t'} - z_{t'j}]^2}{M(M-1)}};$$

б) $\sigma_{в.п} = \max\{\sigma_ф;\ \sigma_с;\ \sigma_и\}$;

$$\sigma_{\max_{t'}} = \max\{\sigma_{t'}\};$$

в) $\sigma_{ОСИ\,в.п} = \sqrt{\sigma^2_{РЭ} + \sigma^2_{в.п}}$; $\sigma_{ОСИ\,пов} = \sqrt{\sigma^2_{РЭ} + \sigma^2_{t\max}}$.

8. Документирование:

а) распечатка массива $\{\bar{z}'_t\}$ и печать $\bar{\tau}_{ОСИ\,(\ )}$; (блок 15);

$\sigma_{ОСИ\ в.п}$; $\sigma_{ОСИ\ пов}$ поверки согласно форме (см. обязательное приложение 2);

б) графопостроение массива $\bar{Z}$ с изменением масштаба в наносекундах (блок 16).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

ПРОТОКОЛ № _____
поверки образцового средства измерений динамических параметров измерительных преобразователей импульсного

лазерного излучения, принадлежащего _____

_____
наименование организации

1. Тип ОСИ ДП _____

2. Предприятие-изготовитель _____ Год изготовления _____
Порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя _____

3. ОСИ ДП поверено _____ 198____ г.

4. Температура _____ К (°С), влажность _____ %, давление в помещении при поверке _____ кПа

5. Результаты внешнего осмотра и опробования _____

_____

_____

6. Результаты определения временных параметров $\tau_н$, $\tau_ф$, $\tau_с$ и среднего квадратического отклонения результата поверки ОСИ ДП при воспроизведении временно́го параметра импульса лазерного излучения.

Таблица 1

Наименование параметра	Значения, указанные в технической документации для временно́го диапазона			Значения, полученные при измерении для временно́го диапазона					
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
				на длине волны 10,6 мкм			на длине волны 0,63 мкм		
Длительность импульса лазерного излучения	$(1-10)10^{-8}$	$(1-10)10^{-7}$	$(1-10)10^{-6}$						
Длительность фронта импульса	$(1-10)10^{-8}$	$(1-10)10^{-7}$	$(1-10)10^{-6}$						
Длительность среза импульса	$(1-2)10^{-7}$	$(1-2)10^{-5}$	$(1-2)10^{-4}$						
СКО результата поверки ИСО ДП при воспроизведении временно́го параметра импульса лазерного излучения, %:		6							
$\sigma_{\text{ОСИ в. и}}=\sqrt{\sigma_{\text{РЭ}}+\sigma^2_{\max\text{ в.и}}}$,									
$\sigma_{\text{РЭ}}$ — СКО результата поверки рабочего эталона;									
$\sigma_{\max\text{ в. и}}$ — максимальное значение из относительных средних квадратических отклонений временны́х параметров ($\sigma_и$, $\sigma_ф$ или $\sigma_с$)									

7. Результаты определения среднего квадратического отклонения σ результата поверки ОСИ ДП при воспроизведении функциональной зависимости относительного изменения мощности импульса лазерного излучения во времени

Таблица 2

Наименование параметра	Значение для временного диапазона					
	I	II	III	I	II	III
	на длине волны 0,63 мкм			на длине волны 10,6 мкм		
СКО результата поверки ОСИ ДП при воспроизведении функциональной зависимости относительного изменения мощности импульса лазерного излучения во времени: $\sigma_{ОСИ}=\sqrt{\sigma_{РЭ}^2+\sigma_{I\,max}^2}$; $\sigma_{РЭ}$ — СКО результата поверки рабочего эталона, %; $\sigma_{I\,max}$ — максимальное СКО мощности I-го отсчета по записям						

8. Результаты определения нормированных значений мощности для I, II, III временных диапазонов и на длинах волн 0,63 и 10,6 мкм и средних квадратических отклонений мощности импульсного лазерного излучения

Таблица 3

Временной диапазон	Номер точки отсчета	Нормированное значение мощности $\frac{P_I}{P_{max}}$	СКО
I			
II			
III			

Примечание. Составляют две таблицы: одну для длины волны 0,63 мкм, другую — 10,6 мкм.

9. Заключение по результатам поверки:

ОСИ ДП _____ требованиям настоящего стандарта
соответствует (не соответствует)
нужное подчеркнуть

Выдано свидетельство № _____ от «___» _____ 198__ г.

Подпись поверителя _____

Редактор *М. В. Глушкова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *В. М. Смирнова*

Сдано в наб. 19.10.81 Подп. к печ. 09.12.81 1,0 печ. л. 0,83 уч.-изд. л. Тир. 12000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 2536

gost.e-ecolog.ru