



**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**

**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

Государственная система обеспечения  
единства измерений

**СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИМПУЛЬСНОГО  
ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВЫЕ**

Методы и средства поверки

State System of Ensuring the Uniformity of Measurements.

Standard instruments for dynamuc parameter  
measurements of puls laser measuring tramducers.

Methods and means for verification

**ГОСТ  
8.444—81**

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 поверки.

### 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.

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 относительно значения среднего квадратического отклонения нормированного значения мощности импульса лазерного излучения	3.3.4	Да	Да	Да

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

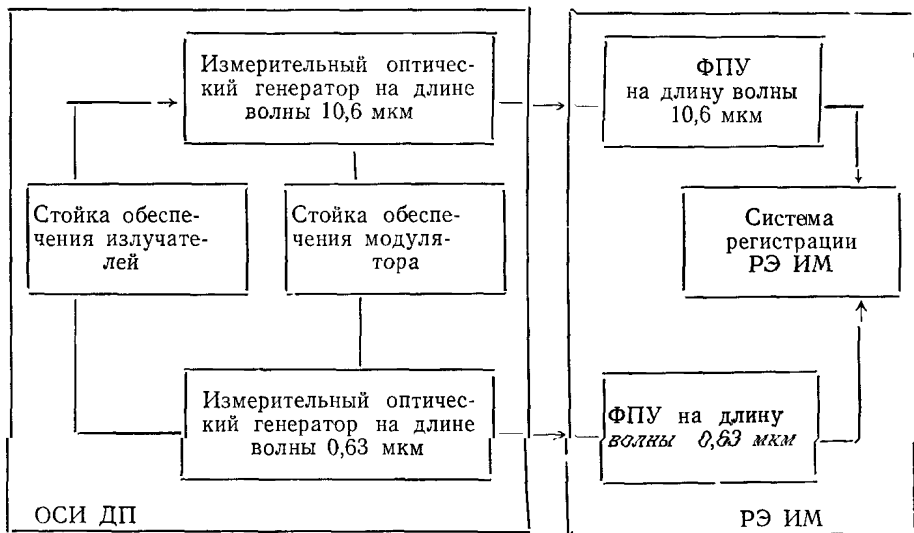
## 2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

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  $(200 \pm 50)$  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 готовят 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 временному 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 временной диапазон воспроизведения импульсов лазерного излучения согласно табл. 2.

Временной диапазон	Параметр	
	Наименование	Значение
I	Длительность фронта $\tau_f$ , с,	$(1-10) \cdot 10^{-8}$
II	длительность среза $\tau_c$ , с	$(1-10) \cdot 10^{-7}$
III		$(1-10) \cdot 10^{-6}$
I	Длительность импульса $\tau_{и}$ , с	$(1-10) \cdot 10^{-7}$
II		$(1-10) \cdot 10^{-6}$
III		$(1-10) \cdot 10^{-5}$

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

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

$50 \cdot 10^{-6}$  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 трапециевидная  $\tau_{и} / \tau_f \approx 5$ ;  $\tau_{и} / \tau_c \approx 5$ .

### 3.3. Определение метрологических параметров

3.3.1. *Определение временных параметров импульсов лазерного излучения*

3.3.1.1. Временные 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 временной 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 временной 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 временных параметров импульса лазерного излучения (длительность импульса  $\tau_n$ , длительность фронта  $\tau_f$  и среза  $\tau_c$ ) вычисляют по формуле

$$\bar{\tau}_j = \frac{\sum_{j=1}^M \tau_j}{M}, \quad (1)$$

где  $\bar{\tau}_j$  — временной параметр, вычисленный по результатам одной реализации ( $M \geq 30$ ).

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

3.3.2. *Определение относительного значения среднего квадратического отклонения фактических значений временных 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 временных параметров по формуле

$$\sigma_{\text{в.п}} = \frac{1}{\bar{\tau}_j} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M (\tau_j - \bar{\tau}_j)^2}{M(M-1)}}; \quad (2)$$

определяют среднее квадратическое отклонение фактических значений временных параметров по формуле

$$\sigma_{\text{оси в.п}} = \sqrt{\sigma_{\text{РЭ}}^2 + \sigma_{\text{макс в.п}}^2}, \quad (3)$$

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

$\sigma_{\text{макс в.п}}^2$  — максимальное значение  $\sigma_{\text{в.п}}$ , полученное при определении  $\sigma_{\text{в.п}}$  временных параметров в трех временных 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 —  $\bar{Z}_i$  (при этом в соответствии с предлагаемым алгоритмом  $\bar{P}_{i \text{ нор}} = Z_{ij}$ ).

3.3.3.2. Машинную распечатку значений  $\bar{P}_{\text{нор}}$  для каждого временного диапазона и на длинах волны 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  $\sigma_i$  для каждого дискретного момента времени определяют по формуле

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M (\bar{Z}_i - Z_{ij})^2}{M(M-1)(Z_i)^2}} \quad (4)$$

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

$$\sigma_{\text{оси}} = \sqrt{\sigma_{\text{рз}}^2 + \sigma_{\text{imax}}^2}, \quad (5)$$

где  $\sigma_{i \text{ max}}$  — максимальное значение из совокупности  $\sigma_i$  (см. п. 3.3.3.3).

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

3.3.6. ОСИ ДП считают годными к эксплуатации по результатам поверки, если временные параметры соответствуют требованиям в технической документации, утвержденной в установленном порядке, среднее квадратическое отклонение временных параметров импульсов лазерного излучения  $\sigma_{\text{max в п}}$  не превышает 6% и среднее квадратическое отклонение нормированного значения мощности импульса лазерного излучения, воспроизводимого ОСИ ДП  $\sigma_{\text{оси}}$ , 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 находящиеся в эксплуатации изымают из применения, поверительное клеймо гасят и в паспорте или документе, его заменяющем, делают запись о его непригодности.



**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

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

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

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

$$x_{ij}^* = x_{ij} - x_{0j}; \quad y_{ij}^* = y_{ij} - y_{0j},$$

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

в) нормирование

$$z_{ij} = \frac{x_{ij}^*}{y_{ij}^*} \cdot K,$$

$$\text{где } \frac{N}{2} + 1 \leq i \leq N, 1 \leq j \leq M.$$

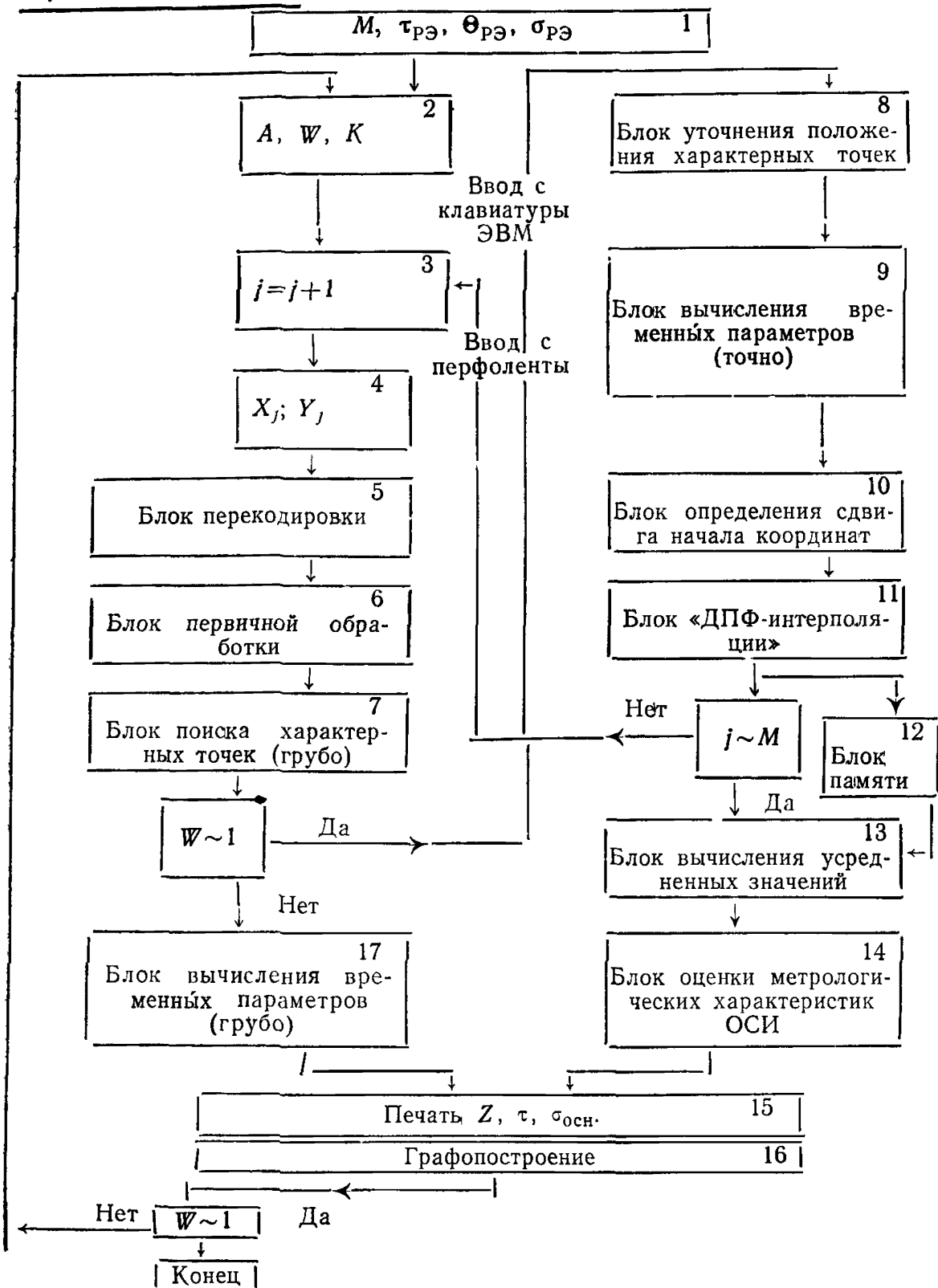
III. Определение параметров и характеристик ОСИ ДП

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

$$\text{а) } z_{kj} = \min_i \{(0,1 - z_{ij})\}; \quad z_{lj} = \min_i \{(0,1 - z_{ij})\};$$

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

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



$N$ —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),  $y$ —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 сравнению СП-1 и СП-2

$$б) z_{pj} = \min_i \{(0, 1 - z_{ij})\}; \quad z_{qj} = \min_i \{(0, 5 - z_{ij})\};$$

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

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

2. В зависимости от значения параметра  $W$  выполняют:

2.1. Если  $W \neq 1$ , то

а) оценку величин  $\tau_\phi$ ,  $\tau_c$ ,  $\tau_n$  (блок 17)

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

б) распечатку массива  $Z_j$ ,  $\tau$  (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)

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

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)

$$z_{i'j} = F_{(v_j)}^{-1} \{F_{(0)}[z_{ij}]\},$$

где  $i' = i - v_j$ ;  $\frac{N}{2} + 1 \ll i' \ll N$  — 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  $\tau_j^\phi$ ;  $\tau_j^c$ ;  $\tau_j^n$  в блок памяти (блок 12).

После повторения измерений и расчетов для  $M$  реализаций.

6. Вычисление усредненных значений

$$\bar{z}_i = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M z_{i'j};$$

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

$$\tau_{\text{осн}} = \sqrt{\bar{\tau}^2 - \tau_{p\bar{\tau}}^2}$$

## 7. Оценка метрологических параметров ОСИ ДП:

а) вычисление СКО (блок 14)

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

$$\sigma_{i'} = \frac{1,1}{\bar{z}_{i'}} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^M [\bar{z}_{i'} - z_{i'j}]^2}{M(M-1)}}.$$

$$\text{б) } \sigma_{\text{в.п}} = \max\{\sigma_{\text{ф}}; \sigma_{\text{с}}; \sigma_{\text{и}}\};$$

$$\sigma_{\text{max}} = \max\{\sigma_{i'}\};$$

$$\text{в) } \sigma_{\text{ОСИ в.п}} = \sqrt{\sigma_{\text{РЭ}}^2 + \sigma_{\text{в.п}}^2}; \quad \sigma_{\text{ОСИ пов}} = \sqrt{\sigma_{\text{РЭ}}^2 + \sigma_{i_{\text{max}}}^2}$$

## 8. Документирование:

а) распечатка массива  $\{\bar{z}_{i'}\}$  и печать  $\bar{\tau}_{\text{ОСИ}}(\tau)$ ; (блок 15); $\sigma_{\text{ОСИ в.п}}$ ;  $\sigma_{\text{ОСИ пов}}$  проверки согласно форме (см. обязательное приложение 2);б) графопостроение массива  $\bar{Z}$  с изменением масштаба в наносекундах (блок 16).

**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  $\tau_n$ ,  $\tau_f$ ,  $\tau_c$  и среднего  
квадратического отклонения результата поверки ОСИ ДП при воспроизведении  
временного параметра импульса лазерного излучения.



7. Результаты определения среднего квадратического отклонения  $\sigma$  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		
<p>СКО результата поверки ОСИ ДП при воспроизведении функциональной зависимости относительного изменения мощности импульса лазерного излучения во времени:</p> $\sigma_{\text{ОСИ}} = \sqrt{\sigma_{\text{РЭ}}^2 + \sigma_{i \text{ max}}^2} ;$ <p><math>\sigma_{\text{РЭ}}</math> — СКО результата поверки рабочего эталона, %;</p> <p><math>\sigma_{i \text{ max}}</math> — максимальное СКО мощности <math>i</math>-го отсчета по записям</p>						

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 $\frac{P_i}{P_{\text{max}}}$	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 соответствует (не соответствует) требованиям настоящего стандарта  
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 2656