

СОГЛАСОВАНО

Начальник представительства
ЗАКАЗЧИКА № 1179

А.А.Тюрин
"17" марта 1994

УТВЕРЖДАЮ

Директор ВНИИОФИ

В.С.Иванов
"16" " 1994

СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЙ
ЭНЕРГИИ ИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
ПРОХОДНОГО ТИПА СИЭП-1

Методика поверки

ИЛ287.00.000 Д-1У

СОГЛАСОВАНО

Начальник подразделения Д-3

В.П.Кузнецов
" " 1994

Начальник подразделения Ф-2

А.Ф.Котюк
"10" марта 1994

1994

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Подпись и дата

ИЛ287.00.000 ДІ-ЛУ

" " I994

СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЙ

Методика поверки

ИЛ287.00.000 ДІ

1994

СОДЕРЖАНИЕ

Лист

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	4
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	5
3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	6
4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	7
5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	8
6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	9
7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	10
8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	16

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Гунко	15.11.84					
Пров.	Улановский	15.11.84					
Н.контр.	Мельникова	15.11.84					
Утв.							

ИЗМ237.00.000 Д1			
Лит	Лист	Листов	
0	2	16	

Средство измерений энергии импульсного лазерного излучения прожекторного типа			
Методика поверки			

Настоящая методика распространяется на средство измерений энергии импульсного лазерного излучения СИЭП-I (далее - прибор), предназначенного для измерения энергии в режиме однократных импульсов и в частотном режиме следования при длительности $10^{-9} \div 5 \cdot 10^{-4}$ с в диапазоне $10^{-4} \div 10$ Дж на фиксированных длинах волн 0,53, 1,06 и 10,6 мкм при максимальной плотности мощности не более $1 \cdot 10^8$ Вт/см² и устанавливает методы ее первичной и периодической поверок

В тексте приняты следующие сокращения:

Блок БИ - блок измерительный БИ;

ПИ-I - преобразователь измерительный ПИ-I;

ПИ-2 - преобразователь измерительный ПИ-2;

СИЭП-I - средство измерений энергии импульсного лазерного излучения проходного типа,

ПУЭ - поверочная установка для средств измерений импульсного лазерного излучения;

РЭЭМУ - рабочий эталон единицы энергии импульсного лазерного излучения малых уровней;

ОСИЭМ - образцовое средство измерений энергии и средней мощности лазерного излучения

Изм. № 1
Изм. № 2
Изм. № 3
Изм. № 4
Изм. № 5
Изм. № 6
Изм. № 7
Изм. № 8
Изм. № 9
Изм. № 10
Изм. № 11
Изм. № 12
Изм. № 13
Изм. № 14
Изм. № 15
Изм. № 16
Изм. № 17
Изм. № 18
Изм. № 19
Изм. № 20
Изм. № 21
Изм. № 22
Изм. № 23
Изм. № 24
Изм. № 25
Изм. № 26
Изм. № 27
Изм. № 28
Изм. № 29
Изм. № 30
Изм. № 31
Изм. № 32
Изм. № 33
Изм. № 34
Изм. № 35
Изм. № 36
Изм. № 37
Изм. № 38
Изм. № 39
Изм. № 40
Изм. № 41
Изм. № 42
Изм. № 43
Изм. № 44
Изм. № 45
Изм. № 46
Изм. № 47
Изм. № 48
Изм. № 49
Изм. № 50
Изм. № 51
Изм. № 52
Изм. № 53
Изм. № 54
Изм. № 55
Изм. № 56
Изм. № 57
Изм. № 58
Изм. № 59
Изм. № 60
Изм. № 61
Изм. № 62
Изм. № 63
Изм. № 64
Изм. № 65
Изм. № 66
Изм. № 67
Изм. № 68
Изм. № 69
Изм. № 70
Изм. № 71
Изм. № 72
Изм. № 73
Изм. № 74
Изм. № 75
Изм. № 76
Изм. № 77
Изм. № 78
Изм. № 79
Изм. № 80
Изм. № 81
Изм. № 82
Изм. № 83
Изм. № 84
Изм. № 85
Изм. № 86
Изм. № 87
Изм. № 88
Изм. № 89
Изм. № 90
Изм. № 91
Изм. № 92
Изм. № 93
Изм. № 94
Изм. № 95
Изм. № 96
Изм. № 97
Изм. № 98
Изм. № 99
Изм. № 100

ИЛ287.00.000 Д1

Лист
3

І. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица І.

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
І. Внешний осмотр	7.І	+	+
2. Опробование	7.2	+	+
3. Передача размера единицы энергии от ПУЭ и определение калибровочных чисел (коэффициентов преобразования СИЭП-І на длинах волн 0,53 и 1,06 мкм	7.3.І- 7.3.4	+	+
4. Передача размера единицы энергии от РЭМУ и определение калибровочного числа (коэффициента преобразования) СИЭП-І на длине волны 10,6 мкм	7.3.5-7.3.8	+	+
5. Определение основной относительной погрешности (Δ_0)	7.4	+	+

Изм. №	Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Подп. и дата
Изм. №	Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Подп. и дата
Изм. №	Взам. инв. №	Изм. № дубл.	Подп. и дата

ИЛ 287.00.000 ДІ

Ил Лист № докум. Подп. Дата

Лист 4

Компресат

Формат А4

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. Поверка СИЭП-I на длинах волн 0,53 и 1,06 мкм производится на поверочной установке для средств измерений энергии импульсного лазерного излучения ПУЭ (ПУ8.00.000).

2.2. Поверка СИЭП-I на длине волны 10,6 мкм производится на рабочем эталоне единицы энергии импульсного лазерного излучения малых уровней.

Состав РЭЭМУ и его технические и метрологические характеристики приведены в "Правилах хранения и применения" эталона.

Изм. № 1
Изм. № 2
Изм. № 3
Изм. № 4
Изм. № 5
Изм. № 6
Изм. № 7
Изм. № 8
Изм. № 9
Изм. № 10
Изм. № 11
Изм. № 12
Изм. № 13
Изм. № 14
Изм. № 15
Изм. № 16
Изм. № 17
Изм. № 18
Изм. № 19
Изм. № 20
Изм. № 21
Изм. № 22
Изм. № 23
Изм. № 24
Изм. № 25
Изм. № 26
Изм. № 27
Изм. № 28
Изм. № 29
Изм. № 30
Изм. № 31
Изм. № 32
Изм. № 33
Изм. № 34
Изм. № 35
Изм. № 36
Изм. № 37
Изм. № 38
Изм. № 39
Изм. № 40
Изм. № 41
Изм. № 42
Изм. № 43
Изм. № 44
Изм. № 45
Изм. № 46
Изм. № 47
Изм. № 48
Изм. № 49
Изм. № 50
Изм. № 51
Изм. № 52
Изм. № 53
Изм. № 54
Изм. № 55
Изм. № 56
Изм. № 57
Изм. № 58
Изм. № 59
Изм. № 60
Изм. № 61
Изм. № 62
Изм. № 63
Изм. № 64
Изм. № 65
Изм. № 66
Изм. № 67
Изм. № 68
Изм. № 69
Изм. № 70
Изм. № 71
Изм. № 72
Изм. № 73
Изм. № 74
Изм. № 75
Изм. № 76
Изм. № 77
Изм. № 78
Изм. № 79
Изм. № 80
Изм. № 81
Изм. № 82
Изм. № 83
Изм. № 84
Изм. № 85
Изм. № 86
Изм. № 87
Изм. № 88
Изм. № 89
Изм. № 90
Изм. № 91
Изм. № 92
Изм. № 93
Изм. № 94
Изм. № 95
Изм. № 96
Изм. № 97
Изм. № 98
Изм. № 99
Изм. № 100

ИЛ287.00.000 Д1

Лист

5

Контроль

Счетчик А4

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1. К проведению измерений при поверке допускают лиц из числа инженерно-технического состава, имеющих квалификацию поверителя по специальности "Энергетическая фотометрия", специально обученных работе с лазерами согласно "Санитарным нормам и правилам устройства эксплуатации лазеров № 2392-81" и работе с электроустановками напряжением до 1000 В, аттестованных и имеющих необходимую квалификационную группу в соответствии с "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" - ПТЭ и ПТБ, утвержденными Госэнергонадзором в 1969 г., и изучивших техническое описание и инструкцию по эксплуатации ИЛ287.00.000 ТО

[illegible]

4. ТИМОВОДИЛИ БЕРЖИЛАСНОСТИ

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

I) требования электробезопасности, оговоренные в "Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" - ПТЭ и ПТБ, утвержденных Госэнергонадзором в 1968 г., а также в эксплуатационной документации, перечисленной в техническом описании ИЛ287.00.000 ТО;

2) требования безопасности при работе с лазерным излучением, оговоренные в "Санитарных нормах и правилах устройства и эксплуатации лазеров № 2392-81";

3) производится дозиметрический контроль лазерного излучения в соответствии с ГОСТ 12.1.031-81;

4) заземление составных частей СИЭН-I с помощью медного жгута сечением (I - I,5) мм² в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81;

Изм. №	полн.	Подп.	и дата	Взам. инв. №	Изм. №	дубл.	Подп.	и дата

сечением (1 - 1,5) мм в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81;

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИЛ287.00.000 ДІ	Лист
						7

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия применения:

Температура окружающего воздуха, К 293+2 (20+2) °C

Относительная влажность воздуха, % 65 ± 15

Атмосферное давление, кПа 100 ± 4

Напряжение питающей сети, В $220_{\pm 4,4} / 380_{\pm 7,6}$

Частота питающей ати, Гц 50 ± 0,5

Коэффициент высших гармоник питающей

сети, %, не более 5

5.2. В помещении должны отсутствовать сквозняки и локальные тепловые потоки.

[illegible]

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- 1) ознакомиться с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации ИЛ287.00.000 ТО и *формуляром* ИЛ287.00.000 ФО.
- 2) подготовить СИЭП-I к работе в соответствии с ИЛ287.00.000 ТО

Исп. № дубл. № Исп. № дата

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПРОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого СИЭП-1 следующим требованиям:

- 1) СИЭП-1 должно быть укомплектовано составными частями и документацией в соответствии с формуляром ИЛ287.00.000 ФО
- 2) составные части СИЭП-1 не должны иметь механических повреждений и дефектов покрытия;
- 3) должна быть проверена надежность межблочных соединений составных частей СИЭП-1.

7.2. Опробование

Опробование СИЭП-1 проводится с целью проверки его пригодности к определению метрологических характеристик. В соответствии с разделом 11 ИЛ287.00.000 ТО проводится проверка работоспособности СИЭП-1 в целом и блока измерительного, для чего:

- 1) на входе ПИ-1 (или ПИ-2) устанавливается излучатель устройства калибровки УК;
- 2) от блока питания УК нажатием кнопки ПУСК подают световые импульсы, значения энергии которых выводятся на индикатор БИ.
- 3) значения калибровочного числа, полученные при работе с УК для ПИ-1 и ПИ-2 должны соответствовать данным формуляра ИЛ287.00.000 ФО.

7.3. Передача размера единицы энергии.

7.3.1. Передача размера единицы энергии СИЭП-1 на длинах волн 0,53 и 1,06 мкм производится с помощью ПУЭ. При этом диаметр пучка лазерного излучения поступающего от ПУЭ на вход ПИ СИЭП-1, должен находиться в пределах 6 ± 8 мм.

7.3.2. Для передачи размера единицы энергии от ПУЭ к СИЭП-1 производится подготовка ПУЭ к работе согласно разделу 3 инструкции по эксплуатации ПУЭ.00.000 ИЭ и подготовка СИЭП-1 к работе согласно техническому описанию и инструкции по эксплуатации ИЛ287.00.000 ТО.

ИЛ287.00.000 Д1

Лист
10

7.3.3. В соответствии с изложенным в ПУ8.00.000 ИЭ порядком работы на ПУЭ и изложенным в разделе 5 порядком работы на СИЭП-I определяется поступающее от ПУЭ значение энергии W_i на входе ПИ-I и соответствующее W_i значение U_i на индикаторе ИИ.

Значение коэффициента преобразования S_i СИЭП-I на длинах волн 0,53 и 1,06 определяется по формуле

$$S_i = \frac{U_i}{W_i} \cdot \frac{B}{Дж} \quad (I)$$

Примечание. Измеренное значение S_i 0,53 (1,06) должно находиться в пределах 50÷100 В/Дж. В противном случае производится коррекция коэффициента усиления ПИ-I.

7.3.4. Определение значений S_i 0,53 (1,06) согласно п. 7.3.3 настоящего документа повторяется n раз ($n = 5÷7$), после чего определяется среднее значение $\bar{S}$ 0,53 (1,06) коэффициента преобразования СИЭП-I и СКО σ_s результата измерения среднего значения коэффициента преобразования на двух длинах волн по формулам:

$$\bar{S}_{0,53(1,06)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{i,0,53(1,06)} \quad (2)$$

$$\sigma_s = \frac{1}{\bar{S}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{n(n-1)}} \cdot 100\% \quad (3)$$

7.3.5. Передача размера единицы энергии СИЭП-I на длине волны 10,6 мкм производится с помощью РЭЭМУ. При этом диаметр пучка лазерного излучения, поступающего от РЭЭМУ на вход ПИ-2 СИЭП-I, должен находиться в пределах 6 ÷ 8 мм.

7.3.6. Для передачи размера единицы энергии от РЭЭМУ к СИЭП-I производится подготовка РЭЭМУ к работе согласно разделу 3 "Правил хранения и применения эталона" и подготовка СИЭП-I к работе согласно техническому описанию и инструкции по эксплуатации ИЛЭ87.00.000 ТО.

7.3.7. В соответствии с изложенным в "Правилах хранения и применения" РЭЭМУ и изложенным в разделе 5 порядком работы на СИЭП-I определяется поступающее от РЭЭМУ значение энергии W_i на входе

III-2 и соответствующее W_i значение U_i на индикаторе И.

Значению коэффициента преобразования S_i СИЭП-I на длине волны 10,6 мкм определяется по формуле

$$S_{i10,6} = \frac{U_{i10,6}}{W_{i10,6}}, \text{ В/дж} \quad (4)$$

Примечание, Измеренное значение $S_{i10,6}$ должно находиться в пределах $50 \div 100$ В/дж. В противном случае производится коррекция коэффициента усилителя III-2.

7.3.8. Определение значений $S_{i10,6}$ согласно п. 7.3.7 настоящего документа повторяется n раз ($n = 5 \div 7$), после чего определяется среднее значение $\bar{S}_{10,6}$ коэффициента преобразования СИЭП-I на длине волны 10,6 мкм и СКО по формуле

$$\bar{S}_{i10,6} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{i10,6} \quad (5)$$

и СКО G_S результата измерения среднего значения коэффициента преобразования по формуле (3).

Значения $\bar{S}_{0,53}$; $\bar{S}_{1,06}$ и $\bar{S}_{10,6}$ регистрируются в формуляре ИЛ287.00.000 Ф0 в качестве результата передачи размера единицы энергии.

7.4. Определение основной относительной погрешности СИЭП-I

7.4.1. Предел допускаемой основной относительной погрешности СИЭП-I определяют по формуле

$$\Delta = 2 \sqrt{\sum G_i^2 + \frac{\sum \theta_i^2}{3}} \quad (6)$$

где G_i - СКО, характеризующее i -ю случайную погрешность, %;

θ_i - граница интервала i -й погрешности, учитываемой как ИСИ, %.

$$\sum G_i^2 = G_{пу(рз)}^2 + G_n^2 + G_S^2 + G_{си}^2 \quad (7)$$

$$\sum \theta_i^2 = \theta_w^2 + \theta_v^2 + \theta_{x,y}^2 \quad (8)$$

где $G_{пу(рз)}$ - СКО результата измерений ПУЭ (РЭЭМУ) при сличении его с вышестоящим эталоном;

- σ_n - погрешность передачи размера единицы энергии от ПУЭ (РЭЭМУ) к СИЭП-I;
- σ_s - СКО результата измерения среднего значения коэффициента преобразования СИЭП-I;
- σ_{cn} - СКО основной погрешности аттестуемого СИЭП-I;
- θ_w - НСП, обусловленная зависимостью коэффициента преобразования СИЭП-I от уровня измеряемой энергии;
- θ_v - выраженная в виде НСП систематическая составляющая основной погрешности АЦП типа ИО8ПВ2, примененного в СИЭП-I;
- θ_{xy} - НСП, обусловленная зависимостью коэффициента преобразования СИЭП-I от места попадания пучка излучения на его приемную поверхность.

7.4.2. 1) Составляющие σ_{ny} , σ_{pz} и σ_n указаны в формуляре ПУЭ и паспорте РЭЭМУ.

2) СКО σ_s результата измерения среднего значения коэффициента преобразования СИЭП-I определяют по формуле (3) п. 7.3.4 настоящей методики. Для расчета в формулу (7) подставляют максимальное значение σ_s , полученное на длинах волн 0,53; 1,06 и 10,6 мкм.

3) В качестве НСП θ_v принимают погрешность АЦП типа ИО8ПВ2, которая при значениях сигналов СИЭП-I в диапазоне его работы не превышает 0,5%.

4) Составляющая σ_{cn} определяется экспериментально по следующей методике СИЭП-I подготавливается к работе в соответствии с указаниями ИЛ287.00.000 ТО. На вход ПИ-I (ПИ-2) устанавливается излучатель устройства калибровки (УК)

УК подготавливается к работе согласно ИЛ287.00.000 ТО. Нажатием кнопки ПУСК на блоке питания УК подаются импульсы на СИЭП-I. Из зарегистрированных данных выбираются две серии значений выходного сигнала U_{1ki} и U_{2ki} , каждая из которых включает в себя по 10 последовательных значений сигнала. При этом временной интервал между последним отсчетом в первой серии и первым отсчетом во второй должен быть равен 5 с. Определяется разность

$\bar{\Delta}_K = \frac{1}{10} \left(\sum_{i=1}^{10} U_{2Ki} - \sum_{i=1}^{10} U_{1Ki} \right)$, затем с интервалом в 1-3 минут проводятся $N = 8-10$ повторных измерений разности Δ_K . СКО аттестуемого СИЭП-I определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{СИ}} = \frac{S}{W_{\text{min}}} \sqrt{\frac{\sum (\bar{\Delta}_K - \Delta_K)^2}{N-1}} \cdot 100\% \quad (9)$$

где $\bar{\Delta}_K = \frac{1}{N} \sum_{K=1}^N \Delta_K$

W_{min} - нижний предел диапазона измерений СИЭП-I

S - значение коэффициента преобразования СИЭП-I, определенное в пп. 7.3.4 и 7.3.8 настоящей методики.

5) Определение составляющей θ_w

Составляющая θ_w определяется экспериментально путем одновременного измерения энергии лазерного импульса СИЭП-I и ПУЭ.

Измерения проводятся в следующей последовательности: СИЭП-I и ПУЭ подготавливаются к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией. Органами управления ПУЭ на СИЭП-I подается минимальное значение энергии W_1 и согласно формуле (I) п. 7.3.3 настоящей методики определяется $\bar{S}_1$, и далее при $n = 3...5$ по формуле (2) определяется $\bar{S}_1$.

Аналогично определяются $\bar{S}_2$ и $\bar{S}_3$ соответствующие среднему и максимальному значению энергии W_2 и W_3 , воспроизводимых ПУЭ. Затем по формуле (10) определяется среднее значение коэффициента преобразования

$$\bar{S} = \frac{1}{3} (\bar{S}_1 + \bar{S}_2 + \bar{S}_3) \quad (10)$$

Значение θ_w определится из выражения

$$\theta_w = \left| \frac{\bar{S} - \bar{S}_{1,2,3}}{\bar{S}} \right| \cdot 100\% \quad (11)$$

где $\bar{S}_{1,2,3}$ - наихудшее значение, соответственно $\bar{S}_1, \bar{S}_2$ или $\bar{S}_3$.

6) Определение составляющей θ_{xy} .

Для определения составляющей θ_{xy} используют поверочную установку для средств измерений энергии импульсного лазерного излучения ПУЭ на длине волны $\lambda, 06$ мкм. При этом диаметр пучка лазерного излучения на входе ПИ-1 (ПИ-2) должен составлять 6-8 мм.

Определение θ_{xy} проводится по результатам измерений в соответствии с методикой изложенной в п. 7.3 настоящей методики.

5 средних значений коэффициентов преобразования СИЭП-1 $\bar{S}_{\lambda, 06}$ ($\lambda = 1 \dots 5$) при 5 различных положениях центра пучка лазерного излучения относительно центра входного окна ПИ-1 (ПИ-2). При одном из них пучок ПУЭ юстируют в центр входного окна ПИ-1 (ПИ-2) при допустимом отклонении до 1 мм. В остальных 4 положениях пучок ПУЭ каждый раз юстируют таким образом, чтобы его центр попадал в одну из четырех диаметрально противоположных точек в плоскости входного окна ПИ-1 (ПИ-2), отстоящих от его центра на расстоянии 3 ± 1 мм.

По результатам измерений $\bar{S}_{\lambda, 06}$ определяются разности равные:

$$\Delta_j = \frac{\bar{S}_1 - \bar{S}_j}{\bar{S}_1 + \bar{S}_j}; \quad j = 2 \dots 5 \quad (12)$$

где индекс 1 соответствует юстировке пучка в центр входного окна ПИ-1 (ПИ-2), а j - остальным положениям.

За значение θ_{xy} принимается максимальное по модулю значение разности Δ_j .

Изм. № докум. Изм. № докум. Взам. инв. № Инв. № подл. Подл. и дата Подл. и дата

8. СФОРМИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

1. При проведении проверки оформляется протокол по форме, приведенной в ГОСТ 8.326-78.

2. При положительных результатах поверки на СИЭП-I выдают свидетельство о поверке по форме, установленной Госстандартом России .

3. При отрицательных результатах поверки СИЭП-I признается негодным к применению, о чем указывают в заключении аттестационной комиссии.

[illegible]