

321

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ "ВНИИОФИ"

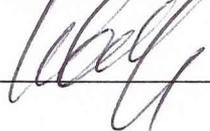
СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Начальник 32 ГНИИ МО РФ

Директор ФГУП «ВНИИОФИ»


В.Н.Храменков


В.С.Иванов

« » _____ 2004 г.

« » _____ 2004 г.

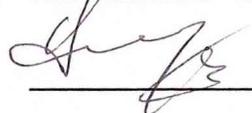
РАБОЧИЙ ЭТАЛОН ЕДИНИЦЫ СРЕДНЕЙ
МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
РЭСМ

Методика поверки
КВФШ.14.00.000 Д1

СОГЛАСОВАНО

Начальник подразделения

Начальник 3257 ВП МО РФ

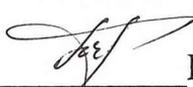

А.Ф.Котюк


А.А.Тюрин

“ ” _____ 2004 г.

“ ” _____ 2004г.

Главный метролог


В.П.Кузнецов

“ ” _____ 2004г.

2004 г.

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

УТВЕРЖДЕН
КВФШ.14.00.000 Д1-ЛУ
“ ” 2004

**РАБОЧИЙ ЭТАЛОН ЕДИНИЦЫ СРЕДНЕЙ
МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
РЭСМ**

Методика поверки
КВФШ.14.00.000 Д1

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

2004

Настоящая методика распространяется на рабочий эталон-размера единицы средней мощности лазерного излучения РЭСМ (далее эталон), предназначенный для обеспечения единства измерений средней мощности лазерного излучения, поверки и калибровки средств измерения средней мощности, и устанавливает методы и средства его первичной и периодических поверок.

Основные метрологические данные эталона:

- 1) рабочие длины волн, мкм.....0,5; 0,63; 1,06; 10,6
- 2) спектральный диапазон, мкм.....0,4-10,6
- 3) диапазон воспроизводимых значений средней мощности, Вт:
 средние уровни..... 10^{-1} -2,0
 малые уровни..... 10^{-3} - 10^{-1}
- 4) суммарная погрешность воспроизведения размера единицы средней мощности, выраженная в виде среднего квадратического отклонения результата измерения при сличении с ВЭ-36, %:
 средние уровни, не более..... $\pm 1,0$
 малые уровни, не более..... $\pm 2,0$
- 5) погрешность передачи размера единицы средней мощности поверяемым (калибруемым) СИ, выраженная в виде среднего квадратического отклонения, %:
 средние уровни, не более..... $\pm 0,5$
 малые уровни, не более..... $\pm 2,0$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		Лист
					КВФШ.14.00.000 Д1	3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Расчет суммарной погрешности эталона – S_{Σ}	7.2.8	+	+
11. Определение погрешности передачи размера единицы энергии- S_{Π}	7.2.9	+	+

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

					КВФШ.14.00.000 Д1	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. Проведение операций поверки производится с использованием следующих средств измерений :

вольтметр В7-46;

вольтметр В2-38;

источник питания Б5-43А;

термометр ртутный 1П .

Примечание: допускается применение других средств измерений, имеющих аналогичные технические и метрологические характеристики.

2.2. Передача размера единицы мощности лазерного излучения РЭСМ на длине волны 0,5 мкм и 10.6 мкм производится на ВЭ-36, хранящемся в 32ГНИИИ МО РФ.

2.3. Состав ВЭ-36, его технические и метрологические характеристики приведены в эксплуатационной документации.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

3.1. К проведению измерений при поверке допускают лиц из числа инженерно-технического состава, имеющих квалификацию поверителя по специальности «Поверка средств оптико-физических измерений», специально обученных работе с лазерами согласно «Санитарным нормам и правилам устройства и эксплуатации лазеров № 2392-81» и работе с электроустановками напряжением свыше 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, изучивших руководство по эксплуатации КВФШ.14.00.000 РЭ.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата	КВФШ.14.00.000 Д1	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

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

- температура окружающего воздуха, К..... $293 \pm 2(20 \pm 2)^\circ\text{C}$
- относительная влажность воздуха, %..... 65 ± 15
- атмосферное давление, кПа..... 100 ± 4
- напряжение питающей сети, В..... $220 \pm 4,4/380 \pm 7,6$
- частота питающей сети, Гц..... $50 \pm 0,5$
- коэффициент высших гармоник питающей сети, %... ≤ 5

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

Иув. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата						
					КВФШ.14.00.000 Д1					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
					Лист					
					10					

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

6.1. ознакомиться с руководством по эксплуатации КВФШ.14.00.000 РЭ и формуляром КВФШ.14.00.000 ФО;

6.2. подготовить эталон к поверке, для чего выполнить следующие операции:

1) подготовить к работе:

- преобразователь ПИЭП КВФШ.14.02.000;
- переходники П1 и П2;
- заглушку ПЗ;
- жгут КВФШ.14.10.000;
- жгут КВФШ.14.09.000;

2) соединить переходник П2 с заглушкой ПЗ;

3) подготовить блок питания Б5-43А и вольтметр В7-46 к работе, установив на В7-46 режим измерения сопротивления на пределе 200 Ом;

4) подключить измерительный кабель вольтметра В7-46 к клеммам R_c на переходнике П2;

5) измерить сопротивление R_c и зафиксировать результат;

6) переключить измерительный кабель вольтметра В7-46 к гнездам R_z на переходнике П2;

7) измерить сопротивление R_z и зафиксировать результат;

8) отсоединить заглушку ПЗ;

9) подключить переходник П2 к разъему преобразователя ПИЭП для измерения сопротивления образцового резистора (R_{z1}) и электрического нагревателя (R_{e1});

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата		Лист
					КВФШ.14.00.000 Д1	11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

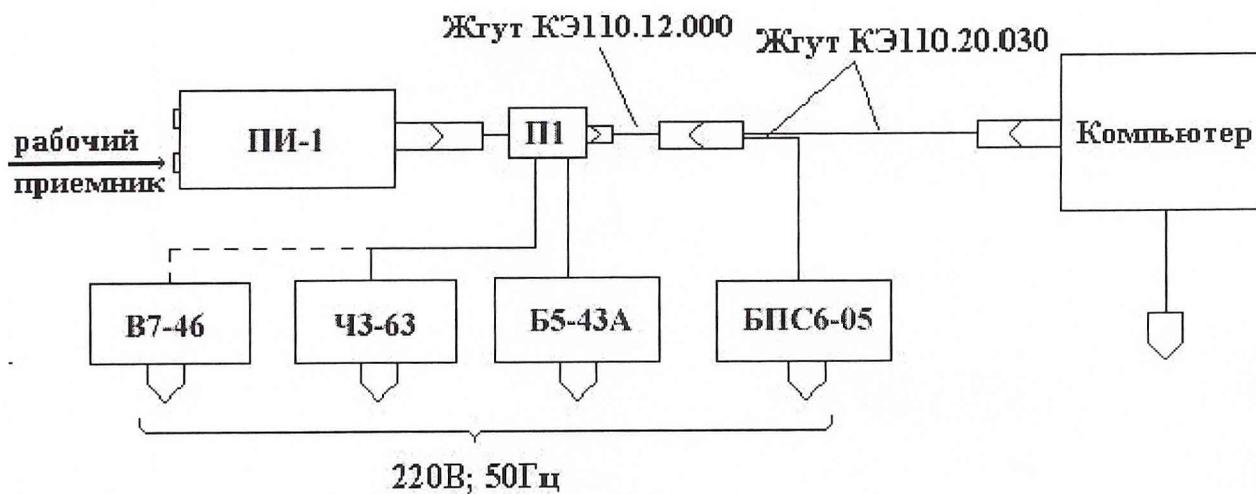


Рисунок 1 - Схема электрическая соединений эталона в режиме электрической калибровки.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
КВФШ.14.00.000 Д1				Лист
				13

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие эталона следующим требованиям:

- 1) эталон должен быть укомплектован составными частями и документацией в соответствии с формуляром КВФШ.14.00.000 ФО;
- 2) составные части эталона не должны иметь механических повреждений и дефектов покрытий;
- 3) тумблер включения РЭСМ, расположенный на передней панели БОЭ должен находиться в положении «0».

7.2. Операции поверки:

7.2.1. Определение НСП (θ_p) и СКО (σ_p), обусловленных уровнем измеряемой мощности:

- 1) установить на блоке питания Б5-43А напряжение калибровки U_K , соответствующее электрической мощности $P_{эл}=1,0$ Вт. Расчет U_K производится по формуле:

$$U_K = U_Z (1 + R_e/R_z), \text{ где } U_Z = R_z (E_{эл}/R_e)^{1/2};$$

- 2) подсоединить к переходнику П1 измерительный кабель вольтметра В7-46 и измерительный кабель вольтметра В2-38. Вольтметр В7-46 подготовить к измерению напряжения U_Z , а вольтметр В2-38 подготовить к измерению $U_{эл}$;
- 3) провести серию (7 измерений) значений U_Z и $U_{эл}$;
- 4) повторить операции по пунктам 3,6 и 7 для следующих уровней электрической энергии $P_{эл}$:

1,0; 5,0; 10; 50; 100; 200 и 500 мВт,

Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист
					КВФШ.14.00.000 Д1	14
Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата		

при этом для каждого уровня мощности снять показания вольтметров В7-46 (U_{zi}) и В2-38 ($U_{элi}$), зафиксировав результаты измерений.

5) для каждого уровня мощности произвести расчет среднего значения коэффициента преобразования ПИЭП по электрической мощности $-A_{элi}$ и СКО коэффициента преобразования $-\sigma_{pi}$;

б) произвести расчет НСП, обусловленной уровнем измеряемой мощности по формуле :

$$\theta_p = \left| \frac{\bar{A}_{эл\max i} - \bar{A}_{эл\min i}}{\bar{A}_{эл\max i} + \bar{A}_{эл\min i}} \right| \cdot 100\%, \text{ где } \bar{A}_{эл\max i} \text{ и } \bar{A}_{эл\min i} -$$

соответственно максимальное и минимальное значения коэффициентов преобразования ПИЭП по электрической мощности в различных точках динамического диапазона в В/Вт.

Эталон считается прошедшим поверку, если значение $\theta_p \leq 0,5\%$, а максимальное значение σ_{pi} не превышает $0,3\%$.

7.2.2. Определение НСП ($\theta_{эл}$) и СКО ($\sigma_{эл}$) воспроизведения значения электрической мощности, подводимой к обмотке нагревателя ПИЭП :

- 1) установить на блоке питания Б5-43А напряжение калибровки U_K , соответствующее уровню электрической мощности при калибровке РЭСМ ($\approx 1,0$ Вт). Расчет U_K производить по формулам, приведенным в подразделе 7.2.1. п.1;
- 2) подготовить вольтметр В7-46 к измерению напряжения U_Z , а вольтметр В2-38 подготовить к измерению $U_{эл}$;
- 3) повторить операции 3 и 5 раздела 7.2.1;
- 4) повторить операции по пунктам 2,3 и 4 не менее 7 раз;

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

- 5) выключить из сети вольтметры В7-46 и В2-38, блок питания Б5-43А, отсоединить кабели вольтметра и блока питания от переходника П2;
- 6) рассчитать электрическую мощность, подаваемую в обмотку нагревателя ПИЭП, в каждом цикле калибровки по формуле:

$$P'_{эл} = \left(\frac{U_{zi}}{R_z} \right)^2 \cdot R_e$$

- 7) рассчитать среднюю электрическую мощность, подаваемую в обмотку нагревателя ПИЭП, в каждом цикле калибровки по формуле :

$$\ddot{P}_{эл} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{эл i} \quad , \text{ где } n - \text{ количество циклов калибровки;}$$

- 8) рассчитать среднюю электрическую мощность, подаваемую в обмотку нагревателя ПИЭП, в каждом цикле по снятым отчетам по формуле:

$$\ddot{P}_{эл} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{эл i} \quad ;$$

- 9) произвести расчет НСП и СКО воспроизведения значения электрической мощности, подаваемой к обмотке нагревателя ПИЭП, по формулам :

$$\theta_{эл} = \frac{\ddot{P}_{эл} - \ddot{P}_{эл}}{\ddot{P}_{эл}} \cdot 100\% \quad ;$$

$$\sigma_{эл} = \frac{1}{\ddot{P}_{эл}} \cdot \left(\sum_{i=1}^n \frac{(\ddot{P}_{эл} - \ddot{P}_{эл i})^2}{n(n-1)} \right)^{1/2} \cdot 100\% .$$

Эталон считается прошедшим поверку, если значение

$$\theta_{эл} \leq 0,15\% , \text{ а } \sigma_{эл} \leq 0,05\% ;$$

- 10) отсоединить от ПИЭП переходник П1 и жгуты .

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

7.2.3. Определение НСП (θ_{xy}), обусловленной невоспроизводимостью юстировки ПИЭП:

- 1) включить эталон ВЭ-36 в соответствии с его «Инструкцией по эксплуатации»;
- 2) установить ПИЭП на оптической оси ВЭ-36 на штатное место поверяемого средства измерения;
- 3) подать излучение с длиной волны 0,5 мкм. от источника излучения ВЭ-36 на вход ПИЭП;
- 4) съюстировать ПИЭП таким образом, чтобы излучение попадало в центр входного окна приемника ПИЭП;
- 5) провести измерения выходного сигнала ПИЭП $V_{ц}$, при этом с помощью ВЭСМЭ произвести оценку оптической мощности в канале поверяемого ПИЭП $P_{опт\ ц}$;
- 6) повторить измерения по п.5 не менее семи раз;
- 7) сдвинуть ПИЭП вправо на 1мм;
- 8) повторить операции по п.п. 5, 6 для данного положения ПИЭП и зафиксировать значения выходного сигнала ПИЭП $V_{ц+1}$ оптической мощности в канале поверяемого ПИЭП $P_{опт\ ц+1}$;
- 9) сдвинуть ПИЭП влево на 2мм;
- 10) повторить операции по п.п. 5, 6 для данного положения ПИЭП и зафиксировать значения выходного сигнала ПИЭП $V_{ц-1}$ оптической мощности в канале поверяемого ПИЭП $P_{опт\ ц-1}$;
- 11) провести операцию по п.4 настоящего раздела;
- 12) сдвинуть ПИЭП вверх на 1мм;
- 13) повторить операции по п.п. 5, 6 для данного положения ПИЭП и зафиксировать значения выходного сигнала ПИЭП $V_{ц+1в}$ и оптической мощности в канале поверяемого ПИЭП $P_{опт\ ц+1в}$;
- 14) сдвинуть ПИЭП вниз на 2мм;

Инв. № подл.	Подпись и дата			
	Инв. № дубл.			
Взам. инв. №	Подпись и дата			
	Инв. № дубл.			
Инв. № подл.	Подпись и дата			
	Инв. № дубл.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
КВФШ.14.00.000 Д1				Лист
				17

15) повторить операции по п.п. 5, 6 для данного положения ПИЭП и зафиксировать значения выходного сигнала ПИЭП $V_{ц+1н}$ оптической мощности в канале поверяемого ПИЭП $P_{опт\ ц+1н}$;

16) рассчитать значение составляющей погрешности θ_{xy} по формуле:

$$\theta_{xy} = \frac{|\ddot{V}_{max} - \ddot{V}_{min}|}{\ddot{V}_{max} + \ddot{V}_{min}} \cdot \frac{\ddot{P}_{min}}{\ddot{P}_{mfx}} \cdot 100\%,$$

где V_{max} – максимальное значение сигнала ПИЭП при проведении измерений;

V_{min} – минимальное значение сигнала ПИЭП при проведении измерений;

P_{max} – значение оптической мощности при измерении V_{max} ;

P_{min} – значение оптической мощности при измерении V_{min} ;

Эталон считается прошедшим поверку, если значение $\theta_{xy} \leq 0,6 \%$.

7.2.4. Определение НСП (θ_T), обусловленной изменением температуры в нормальных условиях эксплуатации (20 ± 2)°С.

Определение θ_T производится экспериментально с использованием системы электрической калибровки ПИЭП. В соответствии с программным обеспечением эталона последовательно определяются значения коэффициента преобразования по электрической мощности, подаваемой в обмотку замещения, при температуре окружающей среды $T_1=18^\circ\text{C}$ и $T_2=22^\circ\text{C}$, при этом в обмотку электрического нагревателя ПИЭП подается электрическая мощность порядка 100 мВт.

Погрешность θ_T рассчитывается по формуле:

$$\theta_T = \frac{|\bar{A}_{эт1} - \bar{A}_{эт2}|}{(\bar{A}_{эт1} + \bar{A}_{эт2})} \cdot 100\%.$$

где $\bar{A}_{эт1}$; $\bar{A}_{эт2}$ – средние значения коэффициента преобразования ПИЭП по электрической мощности, подаваемой в обмотку электрического нагревателя при T_1 и T_2 , соответственно, В/Вт. Количество циклов измерений при каждой температуре должно быть не менее 7.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	КВФШ.14.00.000 Д1	Лист
						18

Эталон считается прошедшим поверку, если значение θ_T не превышает 0,15%.

7.2.5. Определение НСП, обусловленной селективностью приемной полости ПИЭП на длинах волн 0,5; 0,63; 1,15 и 10,6 мкм, θ_λ . Определение θ_λ сводится к нахождению коэффициентов поглощения приемных элементов (конусов) ПИЭП на длинах волн 0,5; 0,63; 1,15 и 1,54 мкм в соответствии с «Методикой определения коэффициента поглощения приемных элементов калориметрических преобразователей конического типа», разработанной в ФГУП «ВНИИОФИ» и приведенной в приложении.

Значение коэффициента поглощения приемного элемента ПИЭП для каждой из длин волн определяется из соотношения:

$$\alpha = 1 - \rho,$$

где ρ - коэффициент отражения конуса ПИЭП. Коэффициент отражения конуса ИГЭП определяется соотношением:

$$\rho = \frac{U_2 - U_{02}}{U_1 + U_{01}},$$

где U_{01} - нулевое показание приемника первой сферы ;

U_1 - показание приемника первой сферы ;

U_{02} - нулевое показание приемника второй сферы ;

U_2 - показание приемника второй сферы,

Значение θ_λ определяется по формуле :

$$\theta_\lambda = \frac{\alpha_{0,5} - \alpha_{10,6}}{\alpha_{0,5} + \alpha_{10,6}} \cdot 100\%.$$

Эталон считается прошедшим аттестацию, если значение θ_λ не превышает 0,1%.

Примечание к определению составляющей погрешности θ_λ : При разработке преобразователя ПИЭП использована технология создания неселективного приемного элемента с высоким значением коэффициента поглощения ($\alpha \geq 0,995$). Приемный элемент выполнен таким образом, что он практически полностью поглощает попадающее в него излучение, независимо от длины волны излучения. Для этого используются два решения:

- приемный элемент выполнен в виде конической модели АЧТ с углом при вершине 15°;
- внутренняя поверхность конуса гальванически покрыта черным диффузным никелем, имеющим в спектральном диапазоне (0,5÷2) мкм коэффициент поглощения не менее 0,95 (для плоского образца).

Другой важной характеристикой покрытия является индикатриса отраженного от него излучения. Важно, чтобы отражение происходило в

Изн. № подл.	Подпись и дата				КВФШ.14.00.000 Д1	Лист 19
	Взам. инв. №					
	Изн. № дубл.					
	Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

лист регистрации изменений

Из.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

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

					КВФШ.14.00.000 Д1	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		