

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ГНИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ



В. Храменков

« 22 » 11 2001 г.

346

Комплекс оптический измерительный «Фотон»
Методика поверки

г. Мытищи
2001 г.

Настоящая методика поверки распространяется на комплекс оптический измерительный «Фотон».

Комплекс оптический измерительный «Фотон» состоит из измерительных установок «Рубин», «Блик», «Луч».

Поверка комплекса оптического измерительного «Фотон» проводится в соответствии с методиками поверки измерительных установок, входящих в его состав.

1 Методика поверки измерительной установки «Рубин»,

Настоящая методика распространяется на измерительную установку (ИУ) «Рубин».

1.1 Операции поверки.

№ п/п	Наименование операций	№ пункта методики	Примечания
1	Определение дрейфа нулевого уровня	3.1	
2	Определение линейности характеристик измерительного тракта	3.2	
3	Определение динамического диапазона измерений ЭПР	3.3	
4	Определение предела основной относительной погрешности ИУ	3.4	
5	Оформление результатов поверки	3.6	

1.2 Условия проведения поверки и подготовка к ней

1.2.1 С целью обеспечения возможности применения необходимых средств измерений поверка должна проводиться в нормальных условиях по ГОСТ 24469-80 при температуре 20 ± 5 °С.

1.2.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие работы:

подготовлены к работе все средства измерений, применяемые при поверке ИУ, в соответствии с их инструкциями по эксплуатации;
поверены используемые при поверке средства измерений.

1.3 Порядок проведения поверки

1.3.1 Определение дрейфа нулевого уровня

1.3.1.1 Производится юстировка передающего оптического тракта ИУ с целью обеспечения наиболее равномерной засветки в месте установки мишени.

1.3.1.2 Проводится регулировка фонового сигнала измерительного канала, выставляется нулевой уровень сигнала.

1.3.1.3 По истечении 30 минут снимают показания регистратора. Значение дрейфа нуля определяют по формуле:

$$\alpha = \frac{|\alpha' - \alpha_o|}{t}$$

где α_o - показания регистратора в начале измерений;

α' - показания регистратора в конце измерений;

t - время измерений.

1.3.2 Определение линейности характеристик измерительного тракта

1.3.2.1 Проводится регулировка фонового сигнала измерительного канала, выставляется нулевой уровень сигнала.

1.3.2.2 а) РМ последовательно помещают в центре поля зрения измерительного канала нормально оптической оси.

б) проводят серию измерений с каждой РМ, среднее значение отраженного сигнала определяют по формуле:

$$\bar{U} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U_i$$

в) оценку СКО результата измерений определяют по формуле:

$$S_{\bar{U}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (U_i - \bar{U})^2}{n(n-1)}},$$

где K - коэффициент Стьюдента

1.3.2.3 а) средние уровни сигналов, отраженных от различных РМ сопоставляют с соответствующими значениями ЭПР;

б) по полученным значениям проводится экстраполяция кривой зависимости уровня отраженного сигнала от значений ЭПР полиномом второй степени. Экстраполяция производится численными методами на ЭВМ.

1.3.2.4 Повторяя операции п.1.3.2.2 для различной мощности излучения, добиваются максимальной линейности характеристики преобразования измерительного тракта. Мощность излучения лазера изменяют с помощью набора нейтральных светофильтров.

1.3.2.5 На выбранном участке характеристики строится градуировочная кривая в виде полинома первой степени. Нелинейность характеристики оценивается по величине членов второго порядка.

1.3.3 Определение динамического диапазона измерений ЭПР производится по минимальному и максимальному значениям ЭПР в пределах линейного участка.

1.3.4 Предел основной относительной погрешности установки определяется по формуле:

$$\Delta = K \sqrt{S_{PM}^2 + S_U^2 + \frac{1}{3} (\theta_\phi^2 + \theta_\alpha^2 + \theta_{рег}^2 + \theta_{НЛ}^2)},$$

где S_{PM} - погрешность РМ ЭПР, выраженная в виде СКО и определяемая по соответствующей методике;

S_U - СКО результата измерений отраженных сигналов;

θ_ϕ - НСП компенсации фонового сигнала, равная погрешности осциллографа С1-64;

θ_α - составляющая погрешности, обусловленная дрейфом нуля;

$\theta_{рег}$ - составляющая погрешности, равная пределу основной относительной погрешности регистратора Н307;

$\theta_{НЛ}$ - НСП, вызванная нелинейностью характеристики измерительного тракта.

K - коэффициент, определяемый по ГОСТ 8.207-76.

1.3.5 Приведенные в п.1.3.1-1.3.4 операции повторяют для каждой длины волны излучения ИУ.

1.3.6 Оформление результатов поверки

Результаты исследований каждой метрологической характеристики ИУ оформляются протоколом.

2.Методика поверки измерительной установки “Луч”.

Настоящая методика распространяется на измерительную установку (ИУ) “Луч”.

2.1.Операции поверки

№ п/п	Наименование операций	№ пункта методики	Примечания
1	Определение дрейфа нулевого уровня	3.1	
2	Определение линейности характеристик измерительного тракта	3.2	
3	Определение динамического диапазона измерений ЭПР	3.3	
4	Определение предела основной относительной погрешности ИУ	3.4	
5	Оформление результатов поверки	3.6	

2.2 Условия проведения поверки и подготовка к ней

2.2.1 С целью обеспечения возможности применения необходимых средств измерений поверка должна проводиться в нормальных условиях по ГОСТ 24469-80 при температуре 20 ± 5 °С.

2.2.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие работы:

подготовлены к работе все средства измерений, применяемые при поверке ИУ, в соответствии с их инструкциями по эксплуатации;
поверены используемые средства измерений.

2.3 Порядок проведения поверки

2.3.1 Определение дрейфа нулевого уровня

2.3.1.1 Производится юстировка передающего оптического тракта ИУ с целью обеспечения наиболее равномерной засветки в месте установки мишени.

2.3.1.2 Проводится регулировка фонового сигнала измерительного канала, выставляется нулевой уровень сигнала.

2.3.1.3 По истечении 30 минут снимают показания регистратора. Значение дрейфа нуля определяют по формуле:

$$\alpha = \frac{|\alpha' - \alpha_o|}{t}$$

где α_o - показания регистратора в начале измерений;

α' - показания регистратора в конце измерений;

t - время измерений.

2.3.2 Определение линейности характеристик измерительного тракта

2.3.2.1 Проводится регулировка фонового сигнала измерительного канала, выставляется нулевой уровень сигнала.

2.3.2.2 а) РМ последовательно помещают в центре поля зрения измерительного канала нормально оптической оси.

б) проводят серию измерений с каждой РМ, среднее значение отраженного сигнала определяют по формуле:

$$\bar{U} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U_i$$

в) оценку СКО результата измерений определяют по формуле:

$$S_{\bar{U}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (U_i - \bar{U})^2}{n(n-1)}}$$

где K - коэффициент Стьюдента

2.3.2.3 а) средние уровни сигналов, отраженных от различных РМ сопоставляют с соответствующими значениями ЭПР;

б) по полученным значениям проводится экстраполяция кривой зависимости уровня отраженного сигнала от значений ЭПР полиномом второй степени. Экстраполяция производится численными методами на ЭВМ.

2.3.2.4 Повторяя операции п.2.3.2.2 для различной мощности излучения, добиваются максимальной линейности характеристики преобразования измерительного тракта. Мощность излучения лазера изменяют с помощью набора нейтральных светофильтров.

2.3.2.5 На выбранном участке характеристики строится градуировочная кривая в виде полинома первой степени. Нелинейность характеристики оценивается по величине членов второго порядка.

2.3.3 Определение динамического диапазона измерений ЭПР производится по минимальному и максимальному значениям ЭПР в пределах линейного участка.

2.3.4 Предел основной относительной погрешности установки определяется по формуле:

$$\Delta = K \sqrt{S_{PM}^2 + S_{\bar{U}}^2 + \frac{1}{3}(\theta_{\Phi}^2 + \theta_{\alpha}^2 + \theta_{рег}^2 + \theta_{НЛ}^2)}$$

где S_{PM} - погрешность РМ ЭПР, выраженная в виде СКО и определяемая по соответствующей методике;

$S_{\bar{U}}$ - СКО результата измерений отраженных сигналов;

θ_{Φ} - НСП компенсации фонового сигнала, равная погрешности осциллографа С1-64;

θ_{α} - составляющая погрешности, обусловленная дрейфом нуля;

$\theta_{рег}$ - составляющая погрешности, равная пределу основной относительной погрешности регистратора - селективного усилителя У2-8;

$\theta_{НЛ}$ - НСП, вызванная нелинейностью характеристики измерительного тракта.

K - коэффициент, определяемый по ГОСТ 8.207-76.

2.3.5 Приведенные в п.2.3.1-2.3.4 операции повторяют для каждой длины волны излучения ИУ.

2.3.6 Оформление результатов поверки

Результаты исследований каждой метрологической характеристики ИУ оформляются протоколом.

3 Методика поверки измерительной установки "Блик"

Настоящая методика распространяется на измерительную установку (ИУ) "Блик".

3.1. Операции поверки

N п/п	Наименование операций	N пункта методики	Примечания
1	Определение дрейфа нулевого уровня	3.1	
2	Определение линейности характеристик измерительного тракта	3.2	
3	Определение динамического диапазона измерений ЭПР	3.3	
4	Определение предела основной относительной погрешности ИУ	3.4	
5	Оформление результатов поверки	3.6	

3.2 Условия проведения поверки и подготовка к ней.

3.2.1 С целью обеспечения возможности применения необходимых средств измерений поверка должна проводиться в нормальных условиях по ГОСТ 24469-80 при температуре 20 ± 5 °С.

3.2.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие работы:

подготовлены к работе все средства измерений, применяемые при поверке ИУ, в соответствии с их инструкциями по эксплуатации;
поверены используемые средства измерений.

3.3 Порядок проведения поверки

3.3.1 Определение дрейфа нулевого уровня

3.3.1.1 Производится юстировка передающего оптического тракта ИУ с целью обеспечения наиболее равномерной засветки в месте установки мишени.

3.3.1.2 Проводится регулировка фонового сигнала измерительного канала, выставляется нулевой уровень сигнала.

3.3.1.3 По истечении 30 минут снимают показания регистратора. Значение дрейфа нуля определяют по формуле:

$$\alpha = \frac{|\alpha' - \alpha_o|}{t}$$

где α_o - показания регистратора в начале измерений;

α' - показания регистратора в конце измерений;

t - время измерений.

3.3.2 Определение линейности характеристик измерительного тракта

3.3.2.1 Проводится регулировка фонового сигнала измерительного канала, выставляется нулевой уровень сигнала.

3.3.2.2 РМ последовательно помещают в центре поля зрения измерительного канала нормально оптической оси, проводят серию измерений с каждой РМ, среднее значение отраженного сигнала определяют по формуле:

$$\bar{U} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U_i,$$

оценку СКО результата измерений определяют по формуле:

$$S_{\bar{U}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (U_i - \bar{U})^2}{n(n-1)}}$$

где K - коэффициент Стьюдента.

3.3.2.3 Средние уровни сигналов, отраженных от различных РМ сопоставляют с соответствующими значениями ЭПР, по полученным значениям проводится экстраполяция кривой зависимости уровня отраженного сигнала от значений ЭПР полиномом второй степени. Экстраполяция производится численными методами на ЭВМ.

3.3.2.4 Повторяя операции п.3.3.2.2 для различной мощности излучения, добиваются максимальной линейности характеристики преобразования измерительного тракта. Мощность излучения лазера изменяют с помощью набора нейтральных светофильтров.

3.3.2.5 На выбранном участке характеристики строится градуировочная кривая в виде полинома первой степени. Нелинейность характеристики оценивается по величине членов второго порядка.

3.3.3 Определение динамического диапазона измерений ЭПР производится по минимальному и максимальному значениям ЭПР в пределах линейного участка.

3.3.4 Предел основной относительной погрешности установки определяется по формуле:

$$\Delta = K \sqrt{S_{PM}^2 + S_{\bar{U}}^2 + \frac{1}{3} (\theta_{\Phi}^2 + \theta_{\alpha}^2 + \theta_{рег}^2 + \theta_{НЛ}^2)}$$

где S_{PM} - погрешность РМ ЭПР, выраженная в виде СКО и определяемая по соответствующей методике;

$S_{\bar{U}}$ - СКО результата измерений отраженных сигналов;

θ_{Φ} - НСП компенсации фонового сигнала, равная погрешности осциллографа С1-64;

θ_{α} - составляющая погрешности, обусловленная дрейфом нуля;

$\theta_{рег}$ - составляющая погрешности, равная пределу основной относительной погрешности регистратора - селективного усилителя У2-8;

$\theta_{нл}$ - НСП, вызванная нелинейностью характеристики измерительного тракта.

K - коэффициент, определяемый по ГОСТ 8.207-76.

3.3.5 Приведенные в п.3.3.1-3.3.4 операции повторяют для каждой длины волны излучения ИУ.

3.3.6 Оформление результатов поверки

Результаты исследований каждой метрологической характеристики ИУ оформляются протоколом.

4 Методика поверки комплекта рабочих мер эффективной площади рассеяния, входящих в состав измерительных установок.

Настоящая методика распространяется на комплект рабочих мер эффективной площади рассеяния (РМ ЭПР).

4.1. Операции поверки

№ Пп	Наименование операций	№ пункта методики	Примечания
1	Определение интегрального коэффициента отражения рабочего эталона (РЭ)	3.1	
2	Определение нормированной диаграммы рассеяния РЭ	3.2	
3	Расчет нормированного значения ЭПР РЭ	3.3	
4	Передача размера единицы ЭПР рабочим мерам	3.4	
5	Оформление результатов поверки	3.6	

4.2 Условия проведения поверки и подготовка к ней.

4.2.1 С целью обеспечения возможности применения необходимых средств измерений поверка должна проводиться в нормальных условиях по ГОСТ 24469-80 при температуре 20 ± 5 °С.

4.2.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие работы:

подготовлены к работе все средства измерений, применяемые при поверке комплекта РМ, в соответствии с их инструкциями по эксплуатации;
поверены используемые средства измерений.

4.2.3 Экспериментальные исследования по определению метрологических характеристик РМ ЭПР проводят в лабораторных условиях на военном эталоне коэффициента отражения (ВЭКО) ВЭ-44

4.3 Порядок проведения поверки.

4.3.1 Определение интегрального коэффициента отражения рабочего эталона (РЭ).

4.3.1.1 Определение интегрального коэффициента отражения РЭ проводится на ВЭ-44, а также с помощью спектрофотометра ФМ-85 в соответствии с его эксплуатационной документацией на длинах волн излучения 0,63; 1,06 мкм.

4.3.2 Определение нормированной диаграммы рассеяния РЭ

4.3.2.1 Определение нормированной диаграммы рассеяния РЭ производится на ВЭ-44, а также с помощью схемы, приведенной на рис.1, в следующей последовательности:

а) подготавливают к работе лазеры ЛГ-75, ЛГ-126 и селективный усилитель У2-8 в соответствии с их эксплуатационной документацией;

б) РЭ помещают на предметный столик в центре вращения гониометрической скамьи так, чтобы зеркальная составляющая отраженного излучения попадала в центр объектива фотоприемника;

в) не подавая лазерного излучения на объект, снимают темновой сигнал фотоприемника;

г) подав излучение и, поворачивая штангу гониометра с фотоприемником вокруг оси вращения, снимают значения сигнала фотоприемника, соответствующие различным углам поворота, в диапазоне углов от -90° до 90° с дискретностью 5° ;

д) вычитая из значений сигналов величину темнового сигнала, получают истинные значения сигналов;

е) нормируя полученные значения к уровню сигнала, соответствующему 0° , получают нормированную диаграмму рассеяния РЭ.

4.3.3 Расчет нормированного значения ЭПР РЭ

4.3.3.1 Расчет эквивалентного телесного угла для РЭ с диффузным характером отражения производится на ЭВМ путем численного интегрирования выражения:

$$\Omega = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} I(\theta) \sin \theta d\theta d\varphi$$

где $I(\theta)$ - нормированная диаграмма направленности РЭ;

θ, φ - углы в полярной системе координат.

4.3.3.2 Значение ЭПР РЭ с диффузным характером отражения определяют по формуле:

$$\sigma_{\text{РЭ}} = \frac{4\pi\rho_{\text{РЭ}}S}{\Omega_{\text{РЭ}}}$$

где $\rho_{РЭ}$ -интегральный коэффициент отражения РЭ;
 S - геометрическая площадь РЭ.

4.3.3.3 Значение ЭПР РЭ с зеркальным характером отражения определяют по формуле:

$$\sigma_{РЭ} = \frac{4\pi\rho_{РЭ}S^2}{\lambda^2}$$

где λ -длина волны лазерного излучения.

4.3.3.4.1 Оценку относительной погрешности значения ЭПР РЭ с диффузным характером отражения определяют по формуле:

$$\theta_{\sigma_{РЭ}} = \sqrt{\left(\frac{4\pi S}{\Omega_{РЭ}}\right)^2 \theta_{\rho}^2 + \left(\frac{8\pi\rho_{РЭ}S}{\Omega_{РЭ}^2}\right)^2 \theta_{\Omega}^2 + \left(\frac{4\pi\rho_{РЭ}}{\Omega_{РЭ}}\right)^2 \theta_S^2}$$

где θ_{ρ} -погрешность измерений коэффициента отражения, определяемая погрешностью ВЭ-44 или погрешностью прибора ФМ-85;

θ_{Ω} -погрешность определения эквивалентного телесного угла, получаемая при расчете на ЭВМ;

θ_S -погрешность определения геометрической площади РЭ.

4.3.3.4.2 Оценку относительной погрешности значения ЭПР РЭ с зеркальным характером отражения определяют по формуле:

$$\theta_{\sigma_{РЭ}} = \sqrt{\left(\frac{4\pi S^2}{\lambda^2}\right)^2 \theta_{\rho}^2 + \left(\frac{12\pi\rho_{РЭ}S^2}{\lambda^3}\right)^2 \theta_{\lambda}^2 + \left(\frac{4\pi\rho_{РЭ}S}{\lambda^2}\right)^2 \theta_S^2}$$

где θ_{λ} -погрешность определения длины волны лазерного излучения.

4.3.4 Передача размера единицы ЭПР рабочим мерам

4.3.4.1 Передача размера единицы ЭПР рабочим мерам производится методом сличения отраженных сигналов от РЭ и РМ в положении, соответствующем 0^0 . РЭ и РМ поочередно помещают на предметный столик нормально падающему излучению. Для РМ, которые по своим размерам превышают РЭ, производится серия измерений. При этом поворачивают РМ вокруг центра так, чтобы падающее излучение попадало на различные участки поверхности. Значение ЭПР РМ с диффузным характером отражения определяют по формуле:

$$\sigma_{РМ} = \frac{\bar{U}_{РМ} S_{РМ}}{U_{РЭ} S_{РЭ}} \sigma_{РЭ},$$

где \bar{U}_{PM} - среднее значение сигнала, отраженного от различных участков поверхности РМ:

$$\bar{U}_{PM} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U_{iPM} .$$

Значение ЭПР РМ с зеркальным характером отражения определяют по формуле:

$$\sigma_{PM} = \frac{\bar{U}_{PM} S_{PM}^2}{U_{PЭ} S_{PЭ}^2} \sigma_{PЭ} .$$

4.3.4.2 Среднеквадратическое отклонение отраженного сигнала определяют по формуле:

$$S_{\bar{U}} = K \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_i - \bar{U})^2}{n(n-1)}} .$$

4.3.4.3 Оценку относительной погрешности значения ЭПР РМ с диффузным характером отражения производят по формуле:

$$S_{PMЭПР} = K \sqrt{\left(\frac{S_{PM} \sigma_{PЭ}}{\bar{U}_{PЭ} S_{PЭ}}\right)^2 S_{\bar{U}_{PM}}^2 + \left(\frac{2\bar{U}_{PM} S_{PM} \sigma_{PЭ}}{\bar{U}_{PЭ}^2 S_{PЭ}}\right)^2 S_{\bar{U}_{PЭ}}^2 + \frac{1}{3} \left(\left(\frac{\bar{U}_{PM} S_{PM}}{\bar{U}_{PЭ} S_{PЭ}}\right)^2 \theta_{\sigma_{PЭ}}^2 + \left(\frac{\bar{U}_{PM} \sigma_{PЭ}}{\bar{U}_{PЭ} S_{PЭ}}\right)^2 \theta_{S_{PM}}^2 + \left(\frac{2\bar{U}_{PM} \sigma_{PЭ} S_{PM}}{\bar{U}_{PЭ} S_{PЭ}^2}\right)^2 \theta_{S_{PЭ}}^2 \right)} ,$$

где $\theta_{S_{PM}}$ - погрешность измерений площади поверхности РМ;

$\theta_{S_{PЭ}}$ - погрешность измерений площади поверхности РЭ;

K – определяется по ГОСТ 8.207-76.

4.3.4.4 Оценку относительной погрешности значения ЭПР РМ с зеркальным характером отражения производят по формуле:

$$S_{PMЭПР} = K \sqrt{\left(\frac{S_{PM}^2 \sigma_{PЭ}}{\bar{U}_{PЭ} S_{PЭ}^2}\right)^2 S_{\bar{U}_{PM}}^2 + \left(\frac{2\bar{U}_{PM} S_{PM}^2 \sigma_{PЭ}}{\bar{U}_{PЭ}^2 S_{PЭ}^2}\right)^2 S_{\bar{U}_{PЭ}}^2 + \frac{1}{3} \left(\left(\frac{\bar{U}_{PM} S_{PM}^2}{\bar{U}_{PЭ} S_{PЭ}^2}\right)^2 \theta_{\sigma_{PЭ}}^2 + \left(\frac{\bar{U}_{PM} \sigma_{PЭ} S_{PM}}{\bar{U}_{PЭ} S_{PЭ}^2}\right)^2 \theta_{S_{PM}}^2 + \left(\frac{3\bar{U}_{PM} \sigma_{PЭ} S_{PM}^2}{\bar{U}_{PЭ} S_{PЭ}^3}\right)^2 \theta_{S_{PЭ}}^2 \right)} .$$

4.3.4.5 В качестве погрешности поверки комплекта РМ ЭПР принимают максимальное значение погрешности РМ.

4.3.5 Приведенные в п.4.3.1-4.3.4 операции повторяют для каждой длины волны излучения ИУ.

4.3.6 Оформление результатов поверки

Результаты исследований каждой метрологической характеристики ИУ оформляются протоколом.

Начальник лаборатории
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ

 А.Н.Щипунов

Младший научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ

 А.В.Устинов