

Утверждаю:

Заместитель генерального директора ФГУ «Тест – С. – Петербург»

А.И.Рагулин

« » _____ 2002 г.

Прибор комбинированный для измерения оптического излучения (люксметр/ УФ-радиометр)

“ТКА - 01/3”

Методика поверки

Согласовано:

Главный метролог ФГУ «Тест – С. – Петербург»

Т.М. Козлякова

Настоящая методика распространяется на рабочее средство измерения “Прибор комбинированный для измерения оптического излучения (люксметр/ УФ- радиометр) ТКА - 01/3” (в дальнейшем “прибор”), выпускаемый в соответствии с техническими условиями ТУ 4437 - 002-16796024-96, предназначенного для измерения освещенности в видимой области спектра и энергетической освещенности в области спектра 280-400 нм, и устанавливает методы, средства, условия и порядок их первичной и периодической поверки.

Периодичность поверки - 1 год.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.

При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице.

Наименование операции	Номер пункта методики	Средства поверки и их нормативно - технические характеристики
1. Внешний осмотр и опробование.	3.1	
2. Проверка градуировки светового канала по источнику “А”.	3.2	Фотометрическая скамья типа ФС (погрешность определения расстояния $\pm 5,0 \cdot 10^{-4}$ м), группа образцовых фотометров, светоизмерительная лампа типа СИС, или группа образцовых светоизмерительных ламп в комплекте со средствами обеспечения и контроля рабочего режима.
3. Проверка градуировки УФ-канала	3.3	Фотометрическая скамья, группа УФ радиометров в ранге ОСИ ЭО (ГОСТы 8.552, 8.197), ксеноновые лампы типа ДКсШ или ДКсТ в комплекте со средствами обеспечения и контроля рабочего режима.
4. Проверка нелинейности светового канала	3.4	Фотометрическая скамья, светоизмерительные лампы типа СИС, нейтральный ослабитель с коэффициентом пропускания $\tau = 0,4-0,6$, (абсолютная погрешность определения светового коэффициента пропускания $\pm 0,5\%$), осветитель на основе СИС и светосильного объектива.
5. Проверка нелинейности УФ-канала	3.5	Фотометрическая скамья, дуговая ртутная лампа типа ДРШ, ДРТ или ксеноновая лампа типа ДКсШ, нейтральный ослабитель с коэффициентом пропускания 0,3-0,6, и светосильный кварцевый объектив.
6. Измерение относительной спектральной чувствительности прибора и проверка коррекции люксметра.	3.6	Установка для измерения спектральной чувствительности фотоприемников оптического излучения в диапазоне 220-1100 нм (см. ГОСТ 8-195-89)
7. Определение погрешности измерения освещенности.	3.8	
8. Определение погрешности измерения энергетической	3.8	

освещенности.		
---------------	--	--

Примечание: допускается применять в комплексах обеспечения и контроля электроизмерительные приборы класса не хуже 0,1, а также другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых приборов с требуемой точностью.

2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ.

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °С (20±5)
 Относительная влажность воздуха, % (65±15)
 Атмосферное давление, кПа (84-106)
 Электроизмерительные приборы должны быть заземлены.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.

3.1. Внешний осмотр и опробование.

3.1.1. При внешнем осмотре проверяют комплектность прибора в соответствии с паспортом.

3.1.2. Прибор не допускается к поверке, если:

- а) на корпусе фотометрической головки или на корпусе блока обработки сигналов имеются механические повреждения;
- б) имеются трещины или сколы на оптических элементах фотометрической головки;

3.1.3. Если при включении прибора в поле индикатора появится символ, индицирующий разряд батареи, то необходимо произвести замену элемента питания.

3.2. Проверка градуировки светового канала по источнику "А".

3.2.1 Проверку градуировки осуществляют с помощью комплекса из группы образцовых фотометров и источника света в качестве компаратора - светоизмерительной лампы с цветовой температурой 2856 К, или с помощью группы образцовых светоизмерительных ламп типа СИС.

3.2.2. При градуировке с помощью группы фотометров и светоизмерительной лампы в качестве компаратора устанавливают переключатель диапазонов в положение "x1" и размещают ее на фотометрической скамье таким образом, чтобы показание прибора N составило 200-500 лк, и фиксируют расстояние L между лампой и входным окном фотометрической головки.

3.2.3. Устанавливают на расстоянии L вместо поверяемого прибора образцовый фотометр и определяют освещенность E по формуле:

$$E = \frac{i}{S}; \quad (1)$$

где: i - реакция фотометра,

S - коэффициент преобразования фотометра.

3.2.4 Измерения проводят для трех фотометров и находят среднюю освещенность E_{ср.} по формуле:

$$E_{ср.} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}; \quad (2)$$

где: E₁, E₂, E₃ - освещенности, определенные с помощью 1,2,3 - го фотометра.

3.2.5. Определяют погрешность градуировки по формуле:

$$\Theta_{гр} = \left(\frac{N - E_{ср}}{E_{ср}} \right) \times 100\%; \quad (3)$$

3.2.6 При проверке градуировки с помощью группы образцовых светоизмерительных ламп устанавливают образцовую светоизмерительную лампу и поверяемый прибор на фотометрической скамье на взаимном расстоянии l , при котором освещенность на входном окне фотометрической головки E равно 200 - 500 лк, и фиксируют показание прибора N . Расстояние при этом определяется формулой:

$$l = \sqrt{\frac{I}{E}}; \quad (4)$$

где: I - сила света образцовой светоизмерительной лампы,
 E - заданная освещенность.

3.2.7. Измерение по п. 3.2.6. проводят для трех образцовых ламп и находят $N_{ср.}$ по формуле:

$$N_{ср.} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}; \quad (5)$$

где: N_1, N_2, N_3 - показания прибора при 1,2,3 - м измерениях.

4.2.8. Определяют погрешность градуировки по формуле:

$$\Theta_{гр.} = \left[\frac{E - N_{ср.}}{E} \right] \times 100\%; \quad (6)$$

где: E - заданная освещенность,
 $N_{ср.}$ - среднее показание прибора.

Погрешность Θ гр. не должна превышать 3%.

3.3. Определение погрешности градуировки УФ канала.

3.3.1. Применяя УФ радиометр в ранге ОСИ и УФ источник излучения (см. табл. 1) определяют энергетическую освещенность $E_{оси.}$ в плоскости входного окна прибора аналогично п.п.3.2.1-3.2.7. Фиксируют показания испытуемого прибора E_i .

3.3.2. Определяют погрешность градуировки по формуле:

$$\Theta_{гр.} = \frac{E_i - E_{оси.}}{E_{оси.}} \times 100\%; \quad (7)$$

3.3.3. Операции по п.п. 3.3.1. -3.3.2. проводят при энергетической освещенности 200 - 500 мВт/м² при положениях переключателя "x1".

Максимальная погрешность не должна превышать 8%.

3.4. Проверка нелинейности светового канала.

3.4.1. Устанавливают переключатель диапазонов в положение "x1" и устанавливают ее на фотометрической скамье так, чтобы освещенность в плоскости входного окна E_1 по показанию прибора была равна 300-400 лк. Фиксируют показание прибора N_1 .

3.4.2. Изменяют освещенность с помощью нейтрального ослабителя до величины $E_2 = E_1 \tau$ (где τ - коэффициент пропускания ослабителя). Фиксируют показание прибора N_2 .

3.4.3. Определяют нелинейность в выбранном диапазоне по формуле:

$$\Theta_n = \left| \frac{N_2/N_1}{E_2/E_1} - 1 \right| \times 100\% = \left| \frac{N_2/N_1}{\tau} - 1 \right| \times 100\%; \quad (8)$$

где: N_1, N_2 - показания прибора,
 τ - коэффициент пропускания ослабителя.

3.4.4. Измерения по п. 3.4.1 - 3.4.3. проводят при освещенностях 1500-1800 лк.

3.4.5. Не изменяя положения элементов установки переводят переключатель в положение “x10”, устанавливают нейтральный ослабитель и фиксируют показание прибора N_2 .

3.4.6. Определяют нелинейность по формуле (п. 3.4.3).

где: N_1 - показание прибора при положении переключателя “x 1” без нейтрального ослабителя.

N_2 - показание прибора при положении переключателя в фотометрической головке “x10” с нейтральным ослабителем.

τ - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя.

3.4.7. Устанавливают переключатель диапазонов в положение “x10” и проводят измерения по п.п. 3.4.1. - 3.4.3 при освещенности E_1 , равной 1500-1800 лк.

3.4.8. Не изменяя положения элементов установки переводят переключатель диапазонов в положение “x100”, устанавливают нейтральный ослабитель и фиксируют показание прибора N_2 .

3.4.9. Определяют погрешность нелинейности по формуле (п. 3.4.3).

3.4.10. Устанавливают переключатель диапазонов в фотометрической головке в положение “x100” и проводят измерения по п.п. 3.4.1 - 3.4.3 при освещенности E_1 , равной 30000-40000 лк.

При определении нелинейности допускается использование оптических элементов (например светосильного объектива) для достижения необходимых показаний прибора.

3.5. Проверка нелинейности УФ - канала.

3.5.1. Устанавливают переключатель диапазонов в положение “x1” и располагают ее на фотометрической скамье так, чтобы энергетическая освещенность в плоскости входного окна прибора по показанию прибора была равна 100-200 мВт/м² и фиксируют показание прибора N_1 .

3.5.2. Изменяют энергетическую освещенность нейтральным ослабителем и фиксируют показание прибора N_2 .

3.5.3. Определяют коэффициент пропускания ослабителя τ_1 по формуле:

$$\tau_1 = N_2/N_1; \quad (9)$$

3.5.4. Определяют коэффициент пропускания нейтрального ослабителя τ_2 при энергетической освещенности по показаниям прибора равной 1500 мВт/м².

3.5.5. Определяют погрешность нелинейности по формуле:

$$\Theta_n = (1 - \tau_1/\tau_2) \times 100\%; \quad (10)$$

3.5.6. Не изменяя положения элементов установки переводят переключатель диапазонов в положение “x10”, устанавливают нейтральный ослабитель и фиксируют показание прибора N_3 .

3.5.7. Определяют коэффициент пропускания нейтрального ослабителя τ_3 по формуле:

$$\tau_3 = N_3/N_1. \quad (11)$$

где: N_1 - показание прибора при положении переключателя “x1” без нейтрального ослабителя.

N_3 - показание прибора при положении переключателя в “x10” с нейтральным ослабителем.

3.5.8. Определяют нелинейность по формуле:

$$\Theta_n = (1 - \tau_1/\tau_3) \times 100\%; \quad (12)$$

3.5.9. Устанавливают переключатель диапазонов в положение «10» и устанавливают ее на скамье так, чтобы энергетическая освещенность в плоскости входного окна по показанию прибора была равна 15000-18000 мВт/м². Фиксируют показание прибора N_4 .

3.5.10. Изменяют энергетическую освещенность с помощью нейтрального ослабителя. Фиксируют показание прибора N_5 .

Определяют коэффициент пропускания по формуле: $\tau_4 = N_5/N_4$.

3.5.11. Определяют нелинейность по формуле:

$$\Theta_n = (1 - \tau_1/\tau_4) \times 100\%; \quad (13)$$

где: τ_1 - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п.3.4.3.

τ_3 - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п.3.4.11.

3.5.12. Не изменяя положения элементов установки переводят переключатель в фотометрической головке в положение “x100”, устанавливают нейтральный ослабитель и фиксируют показание прибора N_6 .

3.5.13. Определяют коэффициент пропускания ослабителя τ_4 по формуле:

$$\tau_5 = N_6/N_4; \quad (14)$$

где: N_4 - показание прибора при положении переключателя “x10” без нейтрального ослабителя,

N_6 - показание прибора при положении переключателя “x100” с нейтральным фильтром.

3.5.14. Определяют нелинейность по формуле:

$$\Theta_n = (1 - \tau_1/\tau_5) \times 100 \%; \quad (15)$$

где: τ_1 - коэффициент пропускания, определенный по п. 3.4.3.

τ_5 - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п. 3.4.13.

3.5.15. Устанавливают переключатель диапазонов в положение “x100” и устанавливают ее на скамье так, чтобы энергетическая освещенность в плоскости входного окна по показанию прибора составила 10000-40000 мВт / м². Фиксируют показание прибора N_7 .

3.5.16. Изменяют освещенность с помощью нейтрального ослабителя и фиксируют показание прибора N_8 .

3.5.17. Определяют коэффициент пропускания по формуле:

$$\tau_6 = N_8/N_7; \quad (16)$$

3.5.18. Определяют нелинейность по формуле:

$$\Theta_n = (1 - \tau_1/\tau_6) \times 100\%; \quad (17)$$

где: τ_1 - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п. 3.4.3.

τ_5 - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п. 3.4.17.

Нелинейность не должна превышать 4%.

3.6. Определение погрешности коррекции.

3.6.1. Измерение относительной спектральной чувствительности прибора.

3.6.2. Измерение относительной спектральной чувствительности канала освещенности проводится в области спектра (350 – 1100) нм, а УФ канала в области (280 – 450) нм с помощью установки для передачи размера относительной спектральной чувствительности, в состав которой входят компаратор - монохроматор и аттестованные по спектральным характеристикам средства измерений. Измерения проводят с интервалом 10 нм. Полуширина спектрального интервала не должна превышать 10 нм.

3.6.3. Относительная спектральная чувствительность исследуемого прибора определяется по формуле:

$$S_{x \text{ отн}}(\lambda) = \left[\frac{N_x(\lambda)}{N_{\text{оп.}}(\lambda)} \times S_{\text{оп.отн.}}(\lambda) \right] : \left[\frac{N_x(\lambda)}{N_{\text{оп.}}(\lambda)} \times S_{\text{оп.отн.}}(\lambda) \right]_{\text{max}} ; \quad (18)$$

где:

$S_{\text{оп.отн.}}(\lambda)$ - относительная спектральная чувствительность опорного приемника,
 $S_{x \text{ отн}}(\lambda)$ - относительная спектральная чувствительность исследуемого прибора,
 $N_{\text{оп.}}(\lambda)$ - показания опорного приемника,
 $N_x(\lambda)$ - показания исследуемого прибора.

3.6.4. Расчет погрешности коррекции фотометрической головки $f1(Z)$ для излучения, относительное спектральное распределение мощности которого отличается от того, при котором прибор градуирован, производится в соответствии с выражением:

$$f1(Z) = \left| \frac{\int S(\lambda) E(\lambda) d\lambda \times \int V(\lambda) E_a(\lambda) d\lambda}{\int V(\lambda) E(\lambda) d\lambda \times \int S(\lambda) E_a(\lambda) d\lambda} - 1 \right| \times 100 \% ; \quad (19)$$

где: $E_a(\lambda)$ - относительное спектральное распределение мощности излучения источника «А»,
 $E(\lambda)$ - относительное спектральное распределение мощности излучения измеряемого источника,

$V(\lambda)$ - относительная спектральная световая эффективность,
 $S(\lambda)$ - относительная спектральная чувствительность исследуемого прибора.

3.5.5. Для люксметра проводят расчеты (Публикация МКО № 53) для пяти отобранных типов источников света (натриевой и ртутной ламп высокого давления НЛВД и РЛВД, трехполосной люминесцентной лампы и металлогалогенных ламп с тремя добавками и редкоземельными добавками, см. Приложение 1) и оценивают качество коррекции по наибольшему из полученных значений $f1(Z)_{\text{max}}$.

3.6.6. Для УФ канала проводят расчеты для четырех отобранных типов источников света (источник типа «А», источник типа Д 65, галогеновый источник и люминесцентный источник) и оценивают качество коррекции по наибольшему из полученных значений $f1(Z)_{\text{max}}$.

Примечание: Определение $f1(Z)$ для УФ канала проводится только при испытаниях на утверждение типа.

3.11. Определение основной относительной погрешности измерения освещенности.

Суммарное значение погрешности прибора определяется выражением:

$$\Delta = 1,1 \sqrt{f1(Z)^2 + \Theta_{\text{гр.}}^2 + \Theta_{\text{н.}}^2} ; \quad (20)$$

Δ должно быть не более 8% .

3.12. Определение основной относительной погрешности измерения энергетической освещенности.

Суммарная погрешность канала измерения энергетической освещенности прибора определяется выражением:

$$\Delta = 1,1 \sqrt{f1 (Z)^2 + \Theta^2 \text{ гр.} + \Theta^2 \text{ н.}} ; \quad (21)$$

Δ должна быть не более 25 % для различных источников,

Δ должна быть не более 16 % для ист. «А», Д-65, КГМ, ДРТ, ЛЛ, ДКсШ.

Результаты поверки считаются положительными, если суммарная погрешность в видимом диапазоне не превышает 8 %, а в УФ диапазоне не превышает 25 % для различных источников и 16 % для ист. «А», Д-65, КГМ, ДРТ, ЛЛ, ДКсШ.

При положительных результатах проведенной поверки выдается «Свидетельство о поверке» по установленной форме и в паспорте делается соответствующая запись. При отрицательных результатах оформляется «Извещение о непригодности».

Заместитель директора по оптике и фотометрии

В.Н. Кузьмин

Приложение 1.

Спектральное распределение мощности излучения источников, рекомендованных для расчета погрешности коррекции люксметра.

λ , нм	V(λ)	Ист."А"	3-п. Л.Л.	РЛВД	НЛВД	МГЛ с 3 добавками	МГЛ с ред. земл.
400	0.0004	0.1471	0.0116	0.0485	0.0186	0.0884	0.6108
410	0.0012	0.1768	0.0117	0.0734	0.0227	0.1534	0.7401
420	0.004	0.21	0.0136	0.0167	0.0275	0.2969	0.8115
430	0.0116	0.2467	0.0262	0.0437	0.0344	0.1975	0.7448
440	0.023	0.287	0.0527	0.1865	0.0418	0.2472	0.743
450	0.038	0.3309	0.0313	0.0178	0.0583	0.1822	0.6945
460	0.06	0.3782	0.0277	0.0129	0.0338	0.2153	0.8092
470	0.091	0.4287	0.0241	0.0137	0.0961	0.1794	0.7703
480	0.139	0.4825	0.039	0.0133	0.0178	0.155	0.772
490	0.208	0.5391	0.1424	0.0244	0.0201	0.165	0.7158
500	0.323	0.5986	0.0373	0.0096	0.221	0.2328	0.7506
510	0.503	0.6606	0.0081	0.0093	0.0258	0.1625	0.7361
520	0.71	0.725	0.0044	0.0089	0.0371	0.1938	0.7053
530	0.862	0.7913	0.0096	0.0124	0.0123	0.44	0.692
540	0.954	0.8595	0.4473	0.0293	0.0166	1	0.7546
550	0.995	0.9291	0.3301	0.4138	0.0617	0.3178	0.9113
560	0.995	1	0.0466	0.0213	0.1371	0.2044	0.7425
570	0.952	1.0718	0.0383	0.0177	0.839	0.4428	0.8219
580	0.87	1.1444	0.1557	1	0.6659	0.3656	1
590	0.757	1.2173	0.1691	0.0499	0.9976	0.7969	0.8498
600	0.631	1.2904	0.1344	0.0231	1	0.7094	0.8538
610	0.503	1.3634	1	0.0608	0.4785	0.5897	0.7976
620	0.381	1.4362	0.1512	0.3863	0.3434	0.2944	0.8132
630	0.265	1.5083	0.2073	0.0358	0.1751	0.2088	0.7488
640	0.175	1.5798	0.0238	0.0162	0.1354	0.22	0.6943
650	0.107	1.6503	0.0526	0.0251	0.1107	0.1909	0.6311
660	0.061	1.7196	0.0142	0.0156	0.0959	0.2022	0.6758
670	0.032	1.7877	0.0155	0.0126	0.0959	0.5203	0.8121
680	0.017	1.8543	0.0167	0.0091	0.0749	0.2503	0.6729
690	0.0082	1.9193	0.0182	0.0347	0.0468	0.1413	0.6427
700	0.0041	1.9826	0.02	0.1308	0.0386	0.1163	0.7448
710	0.0021	2.0441	0.0889	0.0243	0.0359	0.1066	0.4107
720	0.00105	2.1036	0	0.0068	0.0338	0.1028	0.4142
730	0.00052	2.1612		0.0077	0.0325	0.0828	0.431
740	0.00025	2.2166		0	0.032	0.0963	0.3254
750	0.00012	2.27			0.0344	0.0956	0.3173
760	0.00006	2.3211			0	0	0