

Утверждаю:

Директор ВНИИОФИ

*Севастополь*  
В.С.Иванов.



ПРИБОР КОМБИНИРОВАННЫЙ

для измерения оптического излучения ( люксметр / уф-радиометр )

мод." ТКА - 01 / 3 "

Методика поверки.

Согласовано:

Начальник

Отдела метрологии ВНИИОФИ

*В.Н. Кузнецов*

В.Н.Кузнецов.

\_\_\_\_\_ 1997 г.

*Р.Станислав*

Санкт - Петербург 1997г.

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 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, группа образцовых фотометров, светоизмерительная лампа типа СИС, или группа образцовых светоизмерительных ламп в комплекте со средствами обеспечения и контроля рабочего режима.
3. Проверка интегральной чувствительности УФ-канала	3.3	Фотометрическая скамья, группа УФ радиометров в ранге ОСИ ЭО (ГОСТы 8.552-86, 8.197-86) и группа контрольных источников УВИ излучения (дуговые ртутные лампы типа ДРТ, ДРШ, лампы люминесцентные типа ЛУФ, дейтериевые лампы типа ЛД, лампы накаливания типа КГМ, ксеноновые лампы типа ДКсШ, ДКсТ) в комплекте со средствами обеспечения и контроля рабочего режима.
4. Проверка линейности 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 линейности УФ-канала	3.5	Фотометрическая скамья, дуговая ртутная лампа типа ДРШ, ДРТ, нейтральный ослабитель с коэффициентом пропускания $0,3-0,6$ , осветитель на основе ртутной лампы и светосильного кварцевого объектива.
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 освещенности.	3.8	

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)  
 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 нажатии любой из кнопок 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 фотометрической головке 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<sub>ср</sub> по формуле:

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

где: E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> - освещенности, определенные с помощью 1, 2, 3 - го фотометра.

3.2.5. Определяют погрешность градуировки по формуле:

$$\Theta_{гр} = \left( \frac{N - E_{ср}}{E_{ср}} - 1 \right) \times 100\%; \quad (3)$$

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:

$$N_{ср.} = \frac{N1 + N2 + N3}{3} ; \quad (5)$$

где:  $N1, N2, N3$  - 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  $\Theta_{гр.}$  не должна превышать 4%.

3.3. Определение погрешности градуировки интегральной чувствительности 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/м<sup>2</sup> при положениях переключателя "х1".

Максимальная погрешность не должна превышать 10%.

3.4. Проверка линейности светового канала.

3.4.1. Устанавливают переключатель диапазонов в фотометрической головке в положение "х1" и устанавливают ее на фотометрической скамье так, чтобы освещенность в плоскости входного окна  $E1$  по показанию прибора была равна 300-400 лк. Фиксируют показание прибора  $N1$ /

3.4.2. Изменяют освещенность с помощью нейтрального ослабителя до величины  $E2 = E1 \times \tau$  (где  $\tau$  - коэффициент пропускания ослабителя). Фиксируют показание прибора  $N2$ .

3.4.3. Определяют нелинейность в выбранном диапазоне по формуле:

$$\Theta_{нл} = \frac{N1/N2}{E1/E2} \times 100\% = \frac{N1/N2}{\tau} \times 100\% ; \quad (8)$$

где: N1, N2-показания прибора,  
т - 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 фотометрической головке в положение "x10", устанавливают нейтральный ослабитель и фиксируют показание прибора N2.

3.4.6. Определяют нелинейность по формуле (8)

где: N1 - показание прибора при положении переключателя в фотометрической головке "x1" без нейтрального ослабителя.

N2 - показание прибора при положении переключателя в фотометрической головке "x10" с нейтральным ослабителем.

т - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя.

3.4.7. Устанавливают переключатель диапазонов в фотометрической головке в положение "x10" и проводят измерения по п.п. 3.4.1. - 3.4.3 при освещенности E1, равной 1500-1800 лк.

3.4.8. Не изменяя положения элементов установки переводят переключатель диапазонов в фотометрической головке в положение "x100", устанавливают нейтральный ослабитель и фиксируют показание прибора N2.

3.4.9. Определяют погрешность нелинейности по формуле (8).

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 E1, равной 30000-40000 лк.

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

Погрешность рассчитывается по формуле:  $\Theta_n = 1 - \Pi \Theta_{ni}$ . Погрешность не должна превышать 3%.

3.5. Проверка линейности УФ-канала.

3.5.1. Устанавливают переключатель диапазонов в фотометрической головке 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/м<sup>2</sup> и фиксируют показание прибора N1

3.5.2. Изменяют энергетическую освещенность нейтральным ослабителем и фиксируют показание прибора N2.

3.5.3. Определяют коэффициент пропускания ослабителя т1 по формуле:

$$t_1 = N_1/N_2; \quad (9)$$

3.5.4. Определяют коэффициент пропускания нейтрального ослабителя т2 при энергетической освещенности по показаниям прибора равной 1500 мВт/м<sup>2</sup>.

3.5.5. Определяют погрешность нелинейности по формуле:

$$\Theta_n = (1 - t_1/t_2) \times 100\%; \quad (10)$$

3.5.6. Не изменяя положения элементов установки переводят переключатель диапазонов в фотометрической головке в положение "x10", устанавливают нейтральный ослабитель и фиксируют показание прибора N2.

3.5.7. Определяют коэффициент пропускания нейтрального ослабителя т3 по формуле:

$$t_3 = N_2/N_1. \quad (11)$$

N2 - показание прибора при положении переключателя в фотометрической головке "x10" с нейтральным ослабителем.

3.5.8. Определяют нелинейность по формуле:

$$\Theta_n = (1 - t_1/t_3) \times 100\%; \quad (12)$$

3.5.9. Устанавливают переключатель диапазонов в фотометрической головке и устанавливают ее на скамье так, чтобы энергетическая освещенность в плоскости входного окна по показанию прибора была равна 15000-18000 мВт/м<sup>2</sup>. Фиксируют показание прибора N1.

3.5.10. Изменяют энергетическую освещенность с помощью нейтрального ослабителя. Фиксируют показание прибора N2.

Определяют коэффициент пропускания по формуле:  $t_2 = N2/N1$ .

3.5.11. Определяют нелинейность по формуле:

$$t_2 = (1 - t_1/t_2) \times 100\%; \quad (13)$$

где:  $t_1$  - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п.3.5.3.

$t_2$  - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п.3.5.11.

3.5.12. Не изменяя положения элементов установки переводят переключатель в фотометрической головке в положение "x100", устанавливают нейтральный ослабитель и фиксируют показание прибора N2.

3.5.13. Определяют коэффициент пропускания ослабителя  $t_3$  по формуле:

$$t_3 = N2/N1; \quad (14)$$

где: N1 - показание прибора при положении переключателя "x10" без нейтрального ослабителя,

N2 - показание прибора при положении переключателя "x100" с нейтральным фильтром.

3.5.14. Определяют нелинейность по формуле:

$$\Theta_n = (1 - t_1/t_2) \times 100\%; \quad (15)$$

где:  $t_1$  - коэффициент пропускания, определенный по п. 3.5.3.

$t_2$  - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п.3.5.13.

3.5.15. Устанавливают переключатель диапазонов в фотометрической головке в положение "x100" и устанавливают ее на скамье так, чтобы энергетическая освещенность в плоскости входного окна по показанию прибора составила 50000-100000 мВт/м<sup>2</sup>. Фиксируют показание прибора N1.

3.5.16. Изменяют освещенность спомощью нейтрального ослабителя и фиксируют показание прибора N2.

3.5.17. Определяют коэффициент пропускания по формуле:

$$t_2 = N2/N1; \quad (16)$$

3.5.18. Определяют нелинейность по формуле:

$$\Theta_n = (1 - t_1/t_2) \times 100\%; \quad (17)$$

где:  $t_1$  - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по п. 3.5.3.

$t_2$  - коэффициент пропускания нейтрального ослабителя, определенного по л. 3.5.17.

Нелинейность не должна превышать 4%.

Измерения проводят с ослаблением потока в два раза.

3.5.3. Измерения по п.п. 3.5.1. - 3.5.2. проводят при энергетической освещенности  $E_1=1500\text{Вт/м}^2$ .

Нелинейность  $K$  не должна превышать 4%.

3.6. Измерение относительной спектральной чувствительности прибора.

3.6.1. Измерение относительной спектральной чувствительности проводится в области спектра 350-1100 нм для светового канала и в области спектра 280-400 нм для УФ-канала прибора.

3.6.2. Измерение относительной спектральной чувствительности прибора проводится с помощью установки для передачи размера единицы относительной спектральной чувствительности в диапазоне длин волн 0,2-1,1 мкм, в состав которой входят компаратор - монохроматор и группа из 3-х аттестованных средств измерений

относительной спектральной чувствительности (например кремниевый фотодиод ФД-288). В качестве источника излучения следует применять галогенную лампу типа КГМ. Измерения проводят с интервалом 10 нм.

3.6.3. За выходной щелью монохроматора в светонепроницаемой камере устанавливают последовательно опорный приемник и исследуемый прибор таким образом, чтобы поток излучения не выходил за пределы входного окна, и регистрируют показания соответствующего прибора, сменяя приемники либо на каждой длине волны, либо после прохождения всего спектрального диапазона.

3.6.4. Относительная спектральная чувствительность исследуемого прибора определяется по формуле:

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

$S_{\text{оп.отн}}(\lambda)$  - относительная спектральная чувствительность опорного приемника,

$S_{x \text{ отн}}(\lambda)$  - относительная спектральная чувствительность исследуемого прибора.

$i_{\text{оп}}(\lambda)$  - показания опорного приемника,

$i_x(\lambda)$  - показания исследуемого прибора.

3.7. Определение погрешности коррекции светового канала.

3.7.1. Расчет погрешности коррекции фотометрической головки  $f_1(Z)$  для излучения, относительное спектральное распределение энергии которого отличается от того, при котором прибор градуирован, производится в соответствии с выражением:

$$f_1(Z) = \frac{\int S(\lambda) E \partial(\lambda) \times \int V(\lambda) \times E_a(\lambda) \partial(\lambda)}{\int V(\lambda) \cdot E \cdot \partial(\lambda) \times \int S(\lambda) \times E_a(\lambda) \partial(\lambda)} - 1; \text{ где : (19)}$$

$E_a(\lambda)$  - относительное спектральное распределение мощности излучения источника "А",

$E(\lambda)$  - относительное спектральное распределение мощности излучения измеряемого источника.

3.7.2. Для люксметров производят расчеты ( Публикация МКО №53 ) для пяти отобранных типов источников света ( натриевой и ртутной ламп высокого давления НЛВД и РЛВД, трехполосной люминесцентной лампы и металлогалоидных ламп МГЛ с тремя добавками и редкоземельными добавками , см. Приложение 1) и оценивают погрешность качество коррекции люксметра по наибольшему из полученных значений  $f1(Z)$  max.

Погрешность коррекции должна быть не более 5 %.

3.8. Определение основной относительной погрешности при измерении освещенности и энергетической освещенности.

3.8.1. Суммарное значения основной относительной погрешности при измерении освещенности определяется выражением :

$$\Delta_{\sigma} = 1,1 \sqrt{f1(Z)^2 + \Theta_{гр}^2 + 2l^2 + \Theta_n^2} ; \quad \text{где:} \quad (20)$$

$f1(Z)$  - погрешность коррекции ( не более 5%),

$\Theta_{гр}$  - погрешность градуировки по источнику "А" ( не более 4%),  
l - погрешность измерения расстояния.

$\Theta_n$  - погрешность нелинейности (не более 3%)

3.8.2. Значения основной относительной погрешности при измерении энергетической освещенности определяется выражением:

$$\Delta_{\sigma} = 1,1 \sqrt{\Theta_{гр}^2 + \Theta_{ист.}^2 + \Theta_n^2} ; \quad \text{где:} \quad (21)$$

$\Theta_{гр}$  - погрешность градуировки прибора по ОСИ (не более 10%),

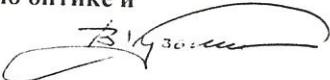
$\Theta_{ист.}$  погрешность градуировки от различных источников ( определяется при типовых испытаниях ),

$\Theta_n$  - погрешность нелинейности (не более 4%).

Результаты поверки считаются положительными, если суммарная погрешность в видимом диапазоне не превышает 8%, а в УФ диапазоне не превышает 25%.

9  
4. 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".

Главный инженер НТП "ТКА"  Г.Б.Раховский.

Зам.директора по оптике и  
фотометрии  В.Н.Кузьмин.

Согласовано:

Приложение 1.

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

$\lambda$ , нм	V ( $\lambda$ )	Ист"А"	3-п.Л.Л.	Hg	Na	МГЛ с 3 добавк.	МГЛ с р.з.
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	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