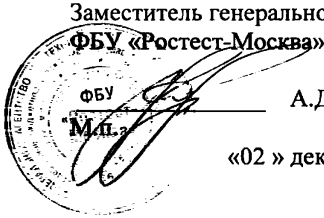
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«02 » декабря 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ДЕНСИТОМЕТРЫ-ЯРКОМЕРЫ ЦИФРОВЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ XRS-4400

Методика поверки

РТ-МП-6535-448-2019

г. Москва
2019 г.

gost.e-ecolog.ru

Настоящая методика поверки распространяется на денситометры-яркомеры цифровые портативные XRS-4400 (далее денситометр-яркомер), изготовленных ООО "АРИОН", Россия, и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками 1 год.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

Денситометр-яркомер XRS-4400 может быть поверен поканально, как яркомер в диапазоне измерений яркости от 1 до 200 000 кд/м^2 или денситометр в диапазоне измерений диффузной оптической плотности от 0,01 до 5,00 Б . При периодической поверке допускается проводить поверку на меньшем числе поддиапазонов измерений указанных в описании типа.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	№ пункта документа по поверке	Обязательность проведения операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	6.1	да	да
Опробование и проверка идентификационных данных ПО	6.2	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений диффузной оптической плотности	6.3	да	да
Определение погрешности градуировки яркости	6.4	да	да
Определение отклонения световой характеристики от линейной	6.5	да	да
Определение погрешности отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения и дополнительной погрешности чувствительности в ближних УФ и ИК областях спектра*	6.6	да	нет
Определение погрешности утомляемости	6.7	да	да
Определение основной относительной погрешности измерений яркости	6.8	да	да
Примечание: * при поверке по п.п. 6.6, погрешности принимаются равными: δ_{vis} = 5,0 % и $\delta_{n\text{-}vis}$ = 1,0 %			

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют основное и вспомогательное оборудование.

2.2 Поверка денситометра-яркомера по каналу измерений оптической плотности

Основное оборудование:

Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28 сентября 2018 г:

- набор мер оптической плотности в проходящем свете образцовый, диапазон измерений от 0,01 до 6,00 Б, ПГ ± (0,006… 0,015) Б

Вспомогательное оборудование:

Негатоскоп (яркость не менее 40000 кд/м^2)

2.3 Поверка денситометра-яркомера по каналу измерений яркости

Установка для поверки и калибровки люксметров и яркомеров в ранге рабочего эталона в соответствии с ГОСТ 8.023-2014:

- группа из трех эталонных светоизмерительных ламп СИС107-1000 с цветовой температурой 2856К, ПГ ±2,5 %;
- головка фотометрическая ФГ, ПГ ±1,5 %;
- цифровой мультиметр Agilent 34410A измерение силы постоянного тока до 100 мкА, ПГ ± $(0{,}00050 \cdot I_{изм} + 0{,}0025 \cdot I_{пр})$;
- фотометрическая скамья ФС-М, ПГ ± 0,001м;
- монохроматор МДР-23, диапазон измерений от 0,2 до 1,7 мкм, ±0,4 нм;
- комплект фотодиодов ОСЧ, диапазон измерений от 0,01 до 1,0 отн.ед., ПГ ±6,0 %;
- секундомер двухстрелочный СДСпр, от 0 до 3600 с, ПГ ±(1,7·A/T+B);
- светофильтр из стекла МС-14

Вспомогательное оборудование:

Источник света типа ДнаТ-400

2.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, ознакомленные с настоящей методикой поверки, с паспортом и руководством по эксплуатации (далее – паспорт) денситометров-яркомеров, имеющие необходимую квалификацию и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на средства измерений, используемые при поверке.

5 Условия поверки

Поверка денситометра-яркомера должна производиться при следующих внешних условиях:

- температура окружающей среды от +15 до +25 °С;
- относительная влажность не более 80 %

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности денситометра-яркомера указанной в паспорте;
- отсутствие повреждений корпуса денситометра-яркомера;
- наличие маркировки (условное обозначение прибора, порядковый номер прибора по системе нумерации предприятия-изготовителя, напряжение питания и знак утверждения типа).
- отсутствие повреждений корпуса прибора

6.2 Опробование и проверка идентификационных данных ПО.

При опробовании должно быть установлено:

- включение/выключение прибора;
- изменение показаний прибора на изменяемое внешнее воздействие световым потоком

При проверке версии ПО должна быть установлена версия программного обеспечения. Для этого при включении прибора необходимо удерживать кнопку "Режим". Версия ПО будет отображаться на индикаторе в формате "PrX.X." в течение времени удержания кнопки "Режим". Версия ПО должна быть не ниже 4.2

Результат опробования и проверки версии ПО считается положительным, если все перечисленные требования выполняются

6.3 Определение абсолютной погрешности измерений диффузной оптической плотности.

6.3.1 На поверхности экрана негатоскопа расположить под прямым углом входное отверстие измерительного зонда, установить нулевое значение кратковременным нажатием кнопки >0< на

индикаторном блоке. В случае использования селективного набора мер оптической плотности, выполненного из нейтральных светофильтров, установить нулевое значение на первой мере.

6.3.2 Последовательно провести по 5 измерений каждой меры в наборе.

6.3.3 Расчитать среднее арифметическое значение результатов измерений по формуле:

$$D_{\text{п}} = \frac{\sum_{i=1}^{n=5} D_i}{5}, \text{ Б} \qquad (1)$$

где $D_{\text{п}}$ – среднее арифметическое значение результатов измерений, Б

D_i – измеренное i значение оптической плотности, Б

6.3.4 Рассчитать абсолютную погрешность по формуле:

$$\Delta = D_0 - D_{\text{п}}, \text{ Б} \qquad (2)$$

где D_0 – действительное значение оптической плотности, Б

6.3.5 Денситометр-яркомер считается прошедшим поверку, как денситометр, если абсолютная погрешность измерений не превышает:

±0,02 Б в диапазоне измерений от 0,01 до 2,00 Б включительно;

±0,05 Б в диапазоне измерений свыше 2,00 до 4,00 Б включительно;

±0,10 Б в диапазоне измерений свыше 4,00 до 5,00 Б

6.4 Определение погрешности градуировки яркости

6.4.1 Определение погрешности градуировки яркости проводится методом прямых измерений протяженного источника яркости. Источник яркости состоит из светоизмерительной лампы и диффузного рассеивателя из стекла МС-14, работающего на пропускание, в комплекте с выходной апертурой Q;

6.4.2 Яркость эталонного источника $L_Д$ определяют по формуле:

$$L_Д = \frac{E \cdot l^2}{Q \cdot \Omega_0} = \frac{4 \cdot I_ф \cdot l^2}{\pi \cdot d^2 \cdot S_{фг}}, \text{ кд/м}^2 \qquad (3)$$

где $L_Д$ - яркость эталонного источника, кд/м^2;

E - освещенность, создаваемая на расстоянии l от выходной апертуры, лк;

l - расстояние от выходной апертуры до приемника излучения, м;

Q - площадь выходной апертуры, м^2;

Ω_0 - единичный телесный угол, рад;

$I_ф$ - фототок фотоголовки на расстоянии l от выходной апертуры, измеренный мультиметром, А;

d - диаметр выходной апертуры, м;

$S_{фг}$ - коэффициент преобразования фотоголовки, А/лк.

6.4.3 Установить денситометр-яркомер в положение измерения яркости и провести не менее 5 определений яркости $L_{ИЗМi}$. За результат измерений принять среднее арифметическое из 5 определений.

6.4.4 Рассчитать относительную погрешность градуировки яркости по формуле:

$$\delta_L = \frac{\left(L_{ИЗМi} - L_Д\right)}{L_Д} \cdot 100, \text{ \%} \qquad (4)$$

где δ_L - относительная погрешность градуировки яркости, %;

$L_Д$ - действительная яркость в точке измерения, кд/м^2;

$L_{ИЗМi}$ – измеренная яркость в точке измерения, кд/м^2.

Результат операции считается положительным, если относительная погрешность градуировки яркости не превышает 3 %.

6.5. Определение отклонения световой характеристики от линейной.

6.5.1. Определение отклонения световой характеристики от линейной производится методом сложения света с помощью дополнительного источника света. Измерения проводятся при освещении светочувствительного датчика измерительного зонда излучением двух источников света.

6.5.2 Установить светочувствительный датчик измерительного зонда на оптической оси скамьи. Направить световой поток двух источников света на измерительный зонд.

6.5.3 Изменяя расстояние от измерительного зонда прибора до тел накала ламп, добиться максимально возможных показаний денситометра-яркомера, лежащих в пределах его диапазона измерений.

6.5.4 Считая установленный световой поток полным, снять показания прибора L^n_i

6.5.5 Перекрыть поток первой лампы, снять показания прибора L^1_i.

6.5.6 Перекрыть поток второй лампы, снять показания прибора L^2_i.

6.5.7 Рассчитать отклонение световой характеристики от линейной $\delta_{нi}$ по формуле:

$$\delta_{нi} = \frac{L^1_i + L^2_i - L^n_i}{L^1_i + L^2_i} \cdot 100, \% \qquad (5)$$

6.5.8 Повторить действия п.п. 6.5.2 – 6.5.7 не менее чем в трех точках диапазона измерений поверяемого денситометра-яркомера.

6.5.9 Принять за отклонение световой характеристики от линейной $\delta_н$ максимальную из величин, полученных по п.6.5.7. Результат считается положительным, если отклонение световой характеристики от линейной не превышает 3 %.

6.6 Определение погрешности отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, δ_{vis} и дополнительной погрешности чувствительности денситометра-яркомера в ближних УФ и ИК областях спектра $\delta_{n\text{-}vis}$.

6.6.1 Измерить относительную спектральную чувствительность денситометра-яркомера S(λ) в соответствии с инструкцией по эксплуатации установки для измерения ОСЧ.

6.6.2 Измерения проводятся в диапазоне длин волн от 250 до 1000 нм с шагом 10 нм.

6.6.3 Измерительный зонд денситометра-яркомера устанавливается в измерительный канал установки так, чтобы обеспечивалось полное засвечивание светочувствительного датчика монохроматическим излучением. Результаты измерений S(λ) приводятся в табличной или графической формах.

6.6.4 Расчет погрешности отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, δ_{vis}, произвести по формуле:

$$\delta_{vis} = \left(\frac{\int_{380}^{780} \varphi_A(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda \cdot \int_{380}^{780} \varphi_Z \cdot S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} \varphi_A(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda \cdot \int_{380}^{780} \varphi_Z \cdot V(\lambda) d\lambda} - 1 \right) \cdot 100, \% \qquad (6)$$

где V(λ) - относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения ГОСТ 8.332-2013;

φA(λ) - относительное спектральное распределение энергии излучения источника типа А ГОСТ 7721-89;

φZ(λ) - относительное спектральное распределение энергии излучения источника одного из пяти контрольных источников излучения: трехполосная люминесцентная лампа, ртутная лампа высокого давления, натриевая лампа высокого давления, металлогалогенная лампа с тремя добавками и металлогалогенная лампа с редкими землями.

Указанные спектральные характеристики приведены в Приложении А к настоящей методике поверки.

6.6.5 Принять за погрешность коррекции фотометрической головки δ_{vis} максимальную из величин, полученных по п.6.6.4 для каждого из пяти контрольных источников.

6.6.6 Расчет дополнительной погрешности чувствительности фотометрической головки в ближних УФ и ИК областях спектра $\delta_{n\text{-}vis}$ произвести по формуле:

$$\delta_{n\text{-}vis} = \left(\frac{\int_{250}^{1000} S(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} S(\lambda) d\lambda} - 1 \right) \cdot 100, \ \% \qquad (7)$$

Результат поверки считается положительным, если погрешность отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, δ_{vis} не превышает 5,0 %, а дополнительная погрешность чувствительности фотометрической головки в ближних УФ и ИК областях спектра $\delta_{n\text{-}vis}$ не превышает 1,0 %.

6.7 Определение погрешности утомляемости, δ_y.

6.7.1 Установить измерительный зонд прибора на оптической оси скамьи, на расстоянии приблизительно равное 0,5 м от тела накала эталонной лампы.

6.7.2 Включить секундомер и произвести два отсчета показаний прибора L_{10} и L_{1800} в моменты времени 10 с и 1800 с (30 мин) от начала измерения.

6.7.3 Рассчитать относительную погрешность утомляемости по формуле:

$$\delta_y = \left(\frac{L_{1800} - L_{10}}{L_{10}} \right) \cdot 100, \ \% \qquad (8)$$

6.7.4 Определение основной относительной погрешности измерений яркости. Основная относительная погрешность измерений яркости Δ при доверительной вероятности P=0,95 рассчитывается по формуле:

$$\Delta = 1{,}1 \cdot \sqrt{\delta_L^2 + \delta_n^2 + \delta_{vis}^2 + \delta_{n-vis}^2 + \delta_y^2}, \ \% \qquad (9)$$

Денситометр-яркомер считается прошедшим поверку как яркомер, если основная относительная погрешность измерений яркости не превышает 10 %.

7 Оформление результатов поверки

7.1 При положительных результатах поверки денситометры-яркомеры признаются годными к применению и на них выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующими правовыми нормативными документами. Если денситометр-яркомер был поверен по одному из измерительных каналов, то в свидетельстве о поверке указывают диапазон измерений, в котором был поверен прибор, соответствующий поверенному каналу, а при указании Методики поверки, указывают пункты, по которым производилась поверка.

Знак поверки в виде оттиска поверительного клейма наносится на свидетельство о поверке.

7.2 При отрицательных результатах поверки денситометры-яркомеры признаются непригодными и оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник лаборатории № 448 _____ А.Г. Дубинчик

Начальник сектора 2 лаборатории № 448 _____ С.В. Панков

Приложение 1.

Спектральные характеристики, используемые при расчете относительной погрешности коррекции фотометрической головки к относительной спектральной световой эффективности (по публикации CIE № 53 (TC-2.2) 1982.)

Длина волны нм	Относительная спектральная эффективность монохроматического излучения дневного зрения V(λ) ГОСТ8.332-78	Относительное спектральное распределение энергии излучения источников					
		Типа А, ГОСТ 7721-89	Трехполосная люминесцентная лампа	Ртутная лампа высокого давления	Натриевая лампа высокого давления	Металлогалогенная лампа с тремя добавками	Металлогалогенная лампа с редкими землями
80	0,39	979					
390	1,2	1209					
400	4	1471	116	483	186	884	6108
410	12,1	1768	117	734	227	1534	7401
420	40	2100	136	167	275	2969	8115
430	116	2467	262	437	344	1975	7448
440	230	2870	527	1865	418	2472	7430
450	380	3309	313	178	583	1822	6945
460	600	3782	277	129	338	2153	8092
470	910	4287	241	137	961	1794	7703
480	1390	4825	390	133	178	1550	7720
490	2080	5391	1424	244	201	1650	7158
500	3230	5986	373	96	2210	2328	7506
510	5030	6606	81	93	258	1625	7361
520	7100	7250	44	89	371	1938	7053
530	8620	7913	96	124	123	4400	6920
540	9540	8595	4473	293	166	10000	7546
550	9950	9291	3301	4138	617	3178	9113
560	9950	10000	466	213	1371	2044	7425
570	9520	10718	383	177	8390	4428	8219
580	8700	11444	1557	10000	6659	3656	10000
590	7570	12173	1691	449	9976	7969	8498
600	6310	12904	1344	231	10000	7094	8538
610	5030	13634	10000	608	4785	5897	7976
620	3810	14362	1512	3863	3434	2944	8132
630	2650	15083	2073	358	1751	2088	7488
640	1750	15798	238	162	1354	2200	6943
650	1070	16503	526	251	1107	1909	6311
660	610	17196	142	156	959	2022	6758
670	320	17877	155	126	959	5203	8121
680	170	18543	167	91	249	2503	6729
690	82,1	19193	182	347	468	1413	6427
700	41	19826	200	1308	386	1163	7448
710	20,9	20441	889	243	359	1066	4107
720	10,5	21036	0	68	335	1028	4142
730	5,2	21612	0	77	326	828	4310
740	2,49	22166	0	0	320	963	3254
750	1,2	22700	0	0	344	956	3173
760	0,6	23211					
770	0,3	23701					
780	0,15	24167					

gost.e-ecolog.ru