



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

«25» июня 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ИЗМЕРИТЕЛИ КОМБИНИРОВАННЫЕ
Testo 160**

Методика поверки

РТ-МП-5456-442-2019

г. Москва
2019 г.

Настоящая методика поверки распространяется на измерители комбинированные Testo 160 (далее – Testo 160), изготовленные «Testo Instruments (Shenzhen) Co. Ltd.», Китай, и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки выполняют операции согласно Таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	4.1	+	+
Проверка работоспособности.	4.2	+	+
Опробование. Определение абсолютной погрешности измерений температуры	4.3	+	+
Опробование. Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности	4.4	+	+
Опробование. Определение относительной погрешности измерений освещенности:	4.5		
- опробование	4.5.1	+	+
- определение относительной погрешности градуировки по источнику типа А, δ_A	4.5.2	+	+
- определение отклонения световой характеристики от линейной, δ_H	4.5.3	+	+
- определение погрешности отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, δ_{vis} и дополнительной погрешности чувствительности фотометрической головки в ближних УФ и ИК областях спектра, δ_{n-vis}	4.5.4	+	-
- определение погрешности утомляемости, δ_U	4.5.5	+	+
- определение суммарной относительной погрешности измерений освещенности, $\delta_{осв.}$	4.5.6	+	+
Опробование. Определение относительной погрешности измерений энергетической освещенности:	4.6	+	+
- опробование	4.6.1		
- определение погрешности абсолютной чувствительности, Θ_1	4.6.2		
- определение погрешности линейности Θ_2	4.6.3		
- определение суммарной относительной погрешности измерений энергетической освещенности δ_{uv}	4.6.4		
Примечание – Первичная поверка проводится для всех встроенных датчиков и подключаемых внешних зондов, включенных в комплект поставки, с указанием в свидетельстве о поверке объема проведенной поверки			

В случае получения отрицательного результата по какому-либо из выполняемых пунктов, дальнейшая поверка прекращается.

1.2 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в Таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
4.3	Термометр эталонный 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009, диапазон измерений от –10 до +50 °С Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, $\Delta t = \pm(0,0035+10^{-5} \cdot t)$ °С Камера климатическая, диапазон воспроизведений температуры от –10 до +50 °С
4.4	Гигрометр Rotronic модификации HygroLog NT, диапазон измерений от 10 до 90 %, $\Delta \varphi = \pm 1,0$ % (далее – эталонный гигрометр) Камера климатическая, диапазон воспроизведений относительной влажности от 10 до 90 %
4.5	Группа из трех эталонных светоизмерительных ламп СИС 107-1000 с цветовой температурой 2856 К, рабочий эталон 1-го разряда, относительная погрешность по силе света не более 2,5 % (далее – эталонная лампа) Монохроматор с комплектом фотодиодов МДР-23, диапазон измерений от 0,2 до 1,7 мкм (в диапазоне ОСЧ от 0,01 до 1,0 отн. ед.), $\Delta = \pm 0,4$ нм Секундомер механический двухстрелочный СДСпр, диапазон измерений от 0 до 3600 с, $\Delta = \pm 0,1$ с Светофильтр с интегральным коэффициентом направленного пропускания близким к 50 % Фотометрическая скамья ФС-М (6 м), погрешность измерений расстояний не более $\pm 0,001$ м (далее – скамья)
4.6	Радиометр МКР-УФ «Аргус», диапазон измерений энергетической освещенности от 0,001 до 300 Вт/м ² (в диапазоне длин волн от 0,200 до 0,400 мкм), суммарное СКО 2,3 % (далее – эталонный радиометр) Лампы типа ДШсК (опорные излучатели)

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

Допускается проводить периодическую поверку для меньшего числа измеряемых величин и подключаемых внешних зондов.

2 Требования безопасности

При проведении поверки необходимо соблюдать:

– требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок»;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и на поверяемое Testo 160.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с эксплуатационной документацией на средства поверки и на поверяемое Testo 160.

3 Условия поверки и подготовка к ней

3.1 При проведении поверки поверяемый Testo 160 и средства поверки должны быть установлены в рабочее положение с соблюдением требований безопасности, изложенных в руководствах по эксплуатации.

3.2 При проведении поверки должны быть выдержаны следующие условия:

температура окружающей среды, °C от +15 до +25;
относительная влажность, не более, % 80.

4 Проведение поверки

4.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие внешнего вида и маркировки Testo 160 и подключаемых внешних зондов описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, которые могут повлиять на метрологические характеристики.

Testo 160, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

4.2 Проверка работоспособности.

4.2.1 Используя программное обеспечение DeviceSuite для проведения поверки Testo 160 (для получения ПО необходимо зайти по адресу https://drive.google.com/open?id=1p9Ea7AjrEYBLKSHKuSsMx_xRnV3HDvvy, либо обратиться к поставщику Testo 160), установить связь поверяемого Testo 160 с персональным компьютером (далее – ПК).

Порядок установки ПО и подключения Testo 160 содержится в руководстве пользователя «Программное обеспечение DeviceSuite для Testo 160».

При подключении к ПК с предустановленным программным обеспечением DeviceSuite Testo 160 должен появиться в окне подключенных приборов.

В противном случае поверку не проводят.

4.3 Опробование. Определение абсолютной погрешности измерений температуры

4.3.1 Используя программное обеспечение DeviceSuite, убедиться, что Testo 160 отображает значение окружающей температуры. Если значения температуры не отображаются, то Testo 160 дальнейшей поверке не подлежит.

4.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводить в камере климатической не менее чем при трех контрольных значениях, равномерно распределенных внутри диапазона измерений температуры, включая два крайних значения диапазона.

Поместить Testo 160 (или Зонд S-TH) вместе с эталонным термометром, подключенным к МИТ 8.10, в климатическую камеру.

Задать в камере необходимую температуру.

После выхода камеры на заданный режим, выждать не менее чем 0,5 ч и считать показания Testo 160 с экрана персонального компьютера ($t_{изм}$) и температуры, измеренной эталонным термометром, с дисплея МИТ 8.10 ($t_{эм}$).

Вычислить погрешность измерений по формуле 1.

$$\Delta t = t_{изм} - t_{эм}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (1)$$

Повторить процедуру измерений для других значений температуры.

Результат считается положительным, если абсолютная погрешность измерений температуры в каждой контрольной точке не превышает указанной в описании типа.

4.4 Опробование. Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

4.4.1 Используя программное обеспечение DeviceSuite, убедиться, что Testo 160 отображает значение относительной влажности. Если значения влажности не отображаются, то Testo 160 дальнейшей поверке не подлежит.

4.4.2 Определение погрешности измерений относительной влажности проводить в камере климатической не менее чем при трех контрольных значениях, равномерно распределенных внутри диапазона измерений влажности, включая две точки вблизи крайних значений.

Поместить Testo 160 (или Зонд S-TH) и датчик эталонного гигрометра в климатическую камеру в непосредственной близости друг к другу. Задать в климатической камере значение температуры (20 ± 5) °С, а относительную влажность – соответствующую первой контрольной точке.

После выхода камеры на заданный режим, выждать не менее чем 0,5 ч и считать показания влажности Testo 160 с экрана персонального компьютера (ПК) ($\varphi_{изм}$) и экрана эталонного гигрометра ($\varphi_э$).

Рассчитать абсолютную погрешность измерений относительной влажности по формуле 2:

$$\Delta\varphi = \varphi_{изм} - \varphi_э, \% \quad (2)$$

Повторить измерения для остальных контрольных точек влажности.

Результаты считаются положительными, если погрешность измерений, рассчитанная по формуле 2, в каждой контрольной точке не превышает указанной в описании типа.

4.5 Опробование. Определение относительной погрешности измерений освещенности.

4.5.1 Используя программное обеспечение DeviceSuite, проверить реакцию Testo 160 на изменение светового потока на его приемной поверхности встроенного датчика или подключаемого внешнего зонда (S-Lux или S-Lux UV). Если при изменении светового потока показания Testo 160 не изменяются, то Testo 160 дальнейшей поверке не подлежит.

4.5.2 Определение относительной погрешности градуировки по источнику типа А, δ_A

4.5.2.1 Включить Testo 160 (или Testo 160 с внешним зондом для измерений освещенности S-Lux или S-Lux UV).

4.5.2.2 Определить на фотометрической скамье расстояние от тела накала эталонной лампы, соответствующее освещенности в диапазоне от 800 до 1000 лк. Измерения освещенности допускается проводить на расстоянии не менее 1 м от лампы.

Действительная освещенность в точке измерений рассчитывается по формуле:

$$E_{ди} = I_i / L^2, \text{ лк} \quad (3)$$

где I_i - сила света i -й эталонной светоизмерительной лампы СИС 107-1000 (по свидетельству о поверке лампы);

L - расстояние от тела накала эталонной лампы до приемной поверхности фотометрической головки, м.

4.5.2.3 Установить Testo 160 или подключаемый внешний зонд (S-Lux или S-Lux UV) на оптической оси скамьи, на расстоянии L от тела накала эталонной лампы, произвести не менее трех измерений освещенности $E_{измi}$ с каждой эталонной лампой.

4.5.2.4 Рассчитать относительную погрешность каждого измерения по формуле:

$$\delta_{Ai} = \frac{(E_{измi} - E_{ди})}{E_{ди}} \cdot 100, \% \quad (4)$$

4.5.2.5 Вычислить относительную погрешность δ_A градуировки зонда в режиме измерений освещенности по источнику типа А как среднее арифметическое погрешностей δ_{Ai} , полученных по п. 4.5.2.4.

Результат поверки считается положительным, если относительная погрешность δ_A градуировки по источнику типа А не превышает 5 %.

4.5.3 Определение отклонения световой характеристики от линейной, δ_H

Измерение отклонения световой характеристики от линейной производится методом ослабления светового потока при помощи нейтрального ослабителя.

Измерения проводятся при освещении встроенного датчика Testo 160 или его подключаемого внешнего зонда (S-Lux или S-Lux UV) излучением эталонной светоизмерительной лампы СИС 107-1000, сфокусированным при помощи линзы.

4.5.3.1 Установить Testo 160 или его подключаемый внешний зонд (S-Lux или S-Lux UV) на оптической оси скамьи. Установить между лампой и зондом фокусирующую линзу.

4.5.3.2 Изменяя положение линзы и расстояние от подключаемого внешнего зонда до тела накала лампы, добиться показаний Testo 160 в пределах (85 – 95) % шкалы на верхнем пределе измерений.

4.5.3.3 Считая установленный световой поток полным, измерить освещенность E_i^I .

4.5.3.4 Ввести в световой поток, между линзой и Testo 160 (зондом), нейтральный ослабитель с коэффициентом пропускания близким $\tau=0,5$ и измерить освещенность E_i^r .

4.5.3.5 Рассчитать отклонение световой характеристики от линейной δ_H по формуле:

$$\delta_H = \frac{(E_i^r - \tau \cdot E_i^I)}{E_i^I} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где τ – световой (интегральный) коэффициент пропускания светофильтра.

4.5.3.6 Повторить действия п.п. 4.5.3.2 – 4.5.3.5 не менее чем в четырех точках диапазона измерений поверяемого Testo 160, соответствующих вблизи 50; 5; 0,5 и 0,1 % от верхнего предела измерений.

4.5.3.7 Принять за отклонение световой характеристики от линейной δ_H максимальную из значений, полученных по п. 4.5.3.5.

Результат считать положительным, если погрешность отклонения световой характеристики от линейной δ_H не превышает 5 %.

4.5.4 Определение погрешности отклонения относительной спектральной чувствительности от относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения, δ_{vis} и дополнительной погрешности чувствительности фотометрической головки в ближних УФ и ИК областях спектра δ_{n-vis} .

При периодической поверке δ_{vis} принимается равной 5,0 %, а δ_{n-vis} равной 0,5 %.

4.5.4.1 Измерить относительную спектральную чувствительность Testo 160 или его внешнего зонда (S-Lux или S-Lux UV) $S(\lambda)$ в соответствии с инструкцией по эксплуатации установки для измерения ОСЧ.

4.5.4.2 Измерения проводятся в диапазоне длин волн от 250 до 1000 нм с шагом 5 нм.

4.5.4.3 Testo 160 или его внешний зонд (S-Lux или S-Lux UV) устанавливается в измерительный канал установки так, чтобы обеспечивалось полное засвечивание диффузного рассеивателя монохроматическим излучением. Результаты измерения $S(\lambda)$ приводятся в табличной или графической формах.

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

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

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

$\varphi_A(\lambda)$ - относительное спектральное распределение энергии излучения источника типа А ГОСТ 7721-89;

$\varphi_Z(\lambda)$ - 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.

4.5.4.5 Принять за погрешность коррекции Testo 160 δ_{vis} максимальную из значений, полученных по п.4.5.4.4 для каждого из пяти контрольных источников (натриевая лампа высокого давления, трехполосная люминесцентная лампа, ртутная лампа высокого давления, металлогалогенная с тремя добавками и металлогалогенная с редкоземельными добавками).

4.5.4.6 Расчет дополнительной погрешности чувствительности Testo 160 в ближних УФ и ИК областях спектра δ_{n-vis} произвести по формуле:

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

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

4.5.5 Определение погрешности утомляемости, Δ_y

4.5.5.1 Установить Testo 160 или его внешний зонд (S-Lux или S-Lux UV) на оптической оси скамьи, на расстоянии L от тела накала эталонной лампы.

4.5.5.2 Включить секундомер и произвести два отсчета показаний детектора E_{10} и E_{1800} в моменты времени 10 с и 1800 с (30 мин) от начала измерений.

4.5.5.3 Рассчитать относительную погрешность утомляемости по формуле:

$$\delta_y = \frac{(E_{1800} - E_{10})}{E_{10}} \cdot 100, \% \quad (8)$$

Результат считается положительным, если погрешность утомляемости δ_y не превышает 0,5 %.

4.5.6 Суммарная относительная погрешность измерений освещенности $\delta_{осв}$ при доверительной вероятности $P=0,95$ рассчитывается по формуле:

$$\delta_{осв} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{vis}^2 + \delta_{n-vis}^2 + \delta_A^2 + \delta_H^2 + \delta_y^2}, \% \quad (9)$$

Результаты считаются положительными, если суммарная относительная погрешность измерений освещенности $\delta_{осв}$ не превышает указанной в описании типа.

4.6 Опробование. Определение относительной погрешности измерений энергетической освещенности

4.6.1 Используя программное обеспечение DeviceSuite, проверить реакцию Testo 160 на изменение энергетического потока излучения на его приемной поверхности или его подключаемого внешнего зонда S-Lux UV. Если при изменении энергетического потока излучения показания измерителя комбинированного Testo 160 не меняются, то Testo 160 дальнейшей поверке не подлежит.

4.6.2 Определение погрешности абсолютной чувствительности

На расстоянии 1 м от лампы типа ДКсШ-125 на стенде поочередно устанавливают эталонный радиометр и поверяемый Testo 160 (или его подключаемый внешний зонд S-Lux UV). Отсчеты показаний эталонного радиометра (E°) и поверяемого Testo 160 (E) проводят поочередно 5 раз. Погрешность абсолютной чувствительности поверяемого Testo 160 (Θ_1) определяют по формуле:

$$\Theta_1 = \frac{(E - E^\circ)}{E^\circ} \cdot 100, \% \quad (10)$$

Результат считается положительным, если погрешность абсолютной чувствительности не превышает 10 %.

4.6.3 Определение погрешности линейности

Testo 160 (или его подключаемый внешний зонд S-Lux UV) устанавливают напротив разнесенных друг относительно друга двумя источниками УФ излучения (лампами ДКсШ).

Расстояние между поверяемым Testo 160 и лампами ДКсШ выбирают таким образом, чтобы показания Testo 160 соответствовали значению вблизи нижней границы диапазона измерений (10 мВт/м²).

Регистрируют показания Testo 160, соответствующие энергетической освещенности для каждой из двух ламп I_1 и I_2 и определяют суммарное показание I_Σ от двух ламп по формуле:

$$I_\Sigma = I_1 + I_2, \text{ мВт/м}^2 \quad (11)$$

Измерения проводят поочередно 5 раз.

Расстояние от ламп до Testo 160 или его внешнего зонда S-Lux UV уменьшают таким образом, чтобы значение энергетической освещенности от каждой лампы увеличилось на порядок.

Измерения повторяют каждый раз с увеличением значения энергетической освещенности на порядок до достижения значения вблизи верхней границы диапазона измерений (10000 мВт/м²).

Коэффициент линейности определяют как отклонение чувствительности Testo 160 от постоянного значения в рабочем диапазоне измеряемой величины. Определяют среднеарифметическое значение показаний и рассчитывают коэффициент линейности K по формуле:

$$K = \frac{I_\Sigma}{I_1 + I_2} \quad (12)$$

и погрешность линейности Θ_2 по формуле (13):

$$\Theta_2 = \left(\frac{I_\Sigma}{I_1 - I_2} - 1 \right) \cdot 100, \% \quad (13)$$

Результат считается положительным, если погрешность линейности Θ_2 не превышает 10 %.
4.6.4 Суммарная относительная погрешность измерений энергетической освещенности δ_{uv} при доверительной вероятности $P=0,95$ рассчитывается по формуле:

$$\delta_{uv} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_1^2 + \Theta_2^2}, \% \quad (14)$$

Результаты считаются положительными, если относительная погрешность измерений энергетической освещенности δ_{uv} не превышает указанной в описании типа.

5 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Измеритель комбинированный Testo 160, прошедший поверку с положительным результатом, признаётся годным и допускается к применению.

Результаты поверки удостоверяются свидетельством о поверке согласно действующим нормативным правовым документам. В свидетельстве о поверке указываются модификация Testo 160 и наименование внешнего(их) подключаемого(ых) зонда(ов) представленного(ых) на поверку. Свидетельство о поверке заверяется подписью поверителя и знаком поверки.

В случае отрицательных результатов поверки, оформляется извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

Начальник лаборатории № 442

Главный специалист по метрологии
лаборатории № 442

Начальник сектора № 2
лаборатории № 448



Р.А. Горбунов

Д.А. Подобрянский

С.В. Панков