

Мен. 9-1



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»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

А.Д. Меньшиков

М.п.

« 03 » 12 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

ДОЗИМЕТРЫ-РАДИОМЕТРЫ

RadiaScan-801M

Методика поверки

РТ-МП-732-03-2021

г. Москва
2021 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на дозиметры-радиометры RadiaScan-801M (далее по тексту – дозиметры-радиометры) и предназначена для проведения их первичной и периодической поверки.

При поверке обеспечивается прослеживаемость поверяемых средств измерений к следующим Государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 38-2021 «Государственный первичный эталон единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы фотонного, электронного и протонного излучений»;

- ГЭТ 8-2019 «Государственный первичный эталон единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений».

В настоящей методике поверки используется метод прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице
Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка идентификации программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений: - определение основной относительной погрешности измерений амбиентного эквивалента дозы (АЭД) фотонного излучения - определение основной относительной погрешности измерений мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) фотонного излучения - определение основной относительной погрешности измерений плотности потока бета-излучения	10		
	10.1	Да	Да
	10.2	Да	Да
	10.3	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка должна проводиться при следующих нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха, °С..... от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- естественный радиационный фон, мкЗв·ч⁻¹, не более 0,25.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К поверке допускаются специалисты, допущенные к самостоятельной работе и изучившие эксплуатационную документацию на поверяемый дозиметр-радиометр и средства поверки.

4.2 Специалисты должны знать требования «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» (СП 2.6.1.2612-10) и быть допущенными к работе с источниками ионизирующих излучений в качестве персонала (группа А).

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1, 10.2	Рабочий эталон 2-го разряда согласно Приказа Росстандарта от 31.12.2020 № 2314 – установка поверочная дозиметрическая гамма-излучения с набором источников гамма-излучения из радионуклида Cs-137, диапазон измерений МАЭД от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч, погрешность аттестации не более $\pm 5\%$
10.3	Рабочие эталоны 2-го разряда согласно приказа Росстандарта от 29.12.2018 г № 2841 – источники бета-излучения радионуклидные типов 3C0 (4C0, 5C0, 6C0), интенсивность внешнего излучения от 1 до $1 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$, погрешность аттестации не более $\pm 6\%$
10.1, 10.2, 10.3	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90, цена деления 0,1 °С, диапазон измерений от 1 до 40 °С
10.1, 10.2, 10.3	Барометр-анероид типа М-67, цена деления 1 кПа, диапазон измерений от 60 до 120 кПа
10.1, 10.2, 10.3	Психрометр по ГОСТ 112-78, диапазон измерений относительной влажности от 20 до 90 %, погрешность измерений $\pm 5\%$
10.1, 10.2, 10.3	Дозиметр для контроля радиационной обстановки, диапазон измерений от 0,1 мкЗв·ч ⁻¹ до 2 мЗв·ч ⁻¹ , ПП $\pm 20\%$

5.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в перечне, в том числе эталонов более высокой точности, обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик дозиметра-радиометра с точностью, удовлетворяющей требованиям:

– государственной поверочной схемы для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 № 2314;

- государственной поверочной схемы для средств измерений активности, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета- частиц и фотонов радионуклидных источников, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2841;
- ГОСТ 8.070-2014 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы, эквивалента дозы и мощности эквивалента дозы фотонного и электронного излучений.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования СП 2.6.1.2612-10 «Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010) в редакции Изменений 1 к СП 2.6.1.2612-10, СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-99/2009), НП-038-16 «Общие положения обеспечения безопасности радиационных источников».

6.2 При проведении поверки допускается использовать только ИИИ с действующим сроком эксплуатации (неистекшим или продлённым надлежащим образом).

6.3 При проведении поверки должен осуществляться радиационный контроль в соответствии с требованиями санитарных правил и нормативов радиационной безопасности.

*При эксплуатации мобильных ИИИ (например, в полевых или производственных условиях) допускается применение переносных средств радиационного контроля.

6.4 При проведении поверки запрещается выполнение действий и операций с ИИИ, не предусмотренных в проектной и (или) технической (эксплуатационной) документации на ИИИ и изделия с ними, если они не направлены на принятие экстренных мер по предотвращению развития радиационной аварии.

6.5 После окончания поверки необходимо проверить чистоту рук и одежды на приборе радиометрического контроля.

6.6 При проведении поверки персонал обязан руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в «Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок», а также приведенными в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемые средства измерений.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие эксплуатационной документации, в том числе методики поверки;
- комплектация дозиметра-радиометра должна быть достаточной для проведения поверки;
- отсутствие на дозиметре-радиометре загрязнений и механических повреждений, влияющих на работу;
- наличие маркировки (тип и заводской номер дозиметра-радиометра);
- целостность пломб согласно описанию типа СИ и отсутствие следов несанкционированного вскрытия поверяемого СИ.

7.2 При обнаружении несоответствий согласно п.7.1 поверка прекращается.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если: дозиметр-радиометр поступил в поверку в комплекте с эксплуатационной документацией, комплектация дозиметра-радиометра достаточна для проведения поверки, отсутствуют дефекты, влияющие на работу дозиметра-радиометра, имеется необходимая маркировка.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовить поверяемый дозиметр-радиометр к работе в соответствии с указаниями п.2.2 руководства по эксплуатации ЕНЛА.412111.004РЭ.

8.2 Подготовить к работе основное и вспомогательное оборудование, приведенное в таблице 2 настоящей методики поверки.

8.3 Проверить работоспособность дозиметра-радиометра в соответствии с п.п. 2.2-2.11 и провести измерение фона в соответствии с п.1.4.2 руководства по эксплуатации ЕНЛА.412111.004РЭ.

Результаты опробования считаются положительными, если в процессе проверки работоспособности дозиметр-радиометр допускает выполнение измерений произвольных значений фонового излучения.

9 Проверка идентификации программного обеспечения

9.1 Для подтверждения соответствия ПО и отображения информации о ПО следует войти в меню «ИНФОРМАЦИЯ», далее «ПО прибора» и нажать кнопку «Menu». В результате отобразится справка, содержащая идентификационное наименование и версию ПО.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО СИ соответствуют приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО:	RadiaScan-801M
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v.4.XX.*
Цифровой идентификатор	отсутствует
*где X – от 0 до 9 метрологически незначимая часть ПО	

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение основной относительной погрешности измерений амбиентного эквивалента дозы (АЭД) гамма-излучения.

Определение основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях АЭД гамма-излучения $H^*(10)$ в диапазоне измерений проводят на рабочем эталоне 2-го разряда согласно Приказа Росстандарта от 31.12.2020 № 2314 – установке поверочной дозиметрической гамма-излучения с набором источников гамма-излучения из радионуклида Cs-137 в последовательности, указанной ниже.

10.1.1 Дозиметр-радиометр размещают на эталонной установке так, чтобы центральная ось коллимированного пучка излучения проходила через центр чувствительной области детекторов прибора. Центр чувствительной области находится на расстоянии 10 мм от стенки корпуса прибора, обращенной к источнику излучения. Корпус дозиметра-радиометра располагают перпендикулярно оси пучка гамма-излучения. Расстояние от центра чувствительной области детекторов до источника ионизирующего

излучения в установке должно быть достаточным, чтобы прибор находился в равномерном однородном поле излучения.

10.1.2 Измерения АЭД $H^*(10)$ проводят в диапазоне действительных значений АЭД от 1 мкЗв до 100 мЗв в трех точках диапазона измерений с действительными значениями АЭД H_o , указанными в таблице 4.

Таблица 4 – Действительные значения АЭД $H^*(10)$ в поверочных точках

Номер поверочной точки	1	2	3
Действительное значение H_o	1 – 5 мкЗв	10 – 100 мкЗв	10 – 100 мЗв

10.1.3 В первой точке выполняют десять измерений АЭД M_{Hi} , в остальных точках выполняют по три измерения АЭД M_{Hi} и вычисляют их среднее арифметическое значение \overline{M}_{Hj} .

10.1.4 Для первой точки вычисляют среднее квадратическое отклонение результата измерений АЭД по формуле

$$S(\overline{M}_{Hj}) = \frac{100}{\overline{M}_{Hj}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{Hi} - \overline{M}_{Hj})^2}{n(n-1)}}, \% \quad (1)$$

За среднее квадратическое отклонение результата измерений АЭД в остальных точках принимают среднее квадратическое отклонение в первой проверяемой точке.

10.1.5 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результата измерений АЭД по формуле

$$\theta_H = \pm(|\Delta_H| + |\theta_o|), \% \quad (2)$$

где θ_o – погрешность действительного значения АЭД $H^*(10)$ (из свидетельства об аттестации поверочной установки), %;

$$\Delta_H = \frac{\overline{M}_{Hj} - H_{oj}}{H_{oj}} \cdot 100$$

– относительная погрешность показаний дозиметра-радиометра при измерениях АЭД $H^*(10)$ в j -ой точке, %;

H_{oj} – действительное значение АЭД $H^*(10)$, мЗв.

10.1.6 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях АЭД $H^*(10)$ рассчитывают по формуле

$$\delta_H = Coef \cdot S_\Sigma, \quad (3)$$

где $S_\Sigma = \sqrt{\theta_H^2 / 3 + S^2(\overline{M}_{Hj})}$

– суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений, %;

$Coef = \frac{\varepsilon + \theta_H}{S(\overline{M}_{Hj}) + \theta_H / \sqrt{3}}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и

неисключенной систематической погрешностей; $\varepsilon = t_o \cdot S(\overline{M}_{Hj})$ – доверительные границы случайной погрешности, %; t_o – коэффициент Стьюдента, который определяется в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов наблюдений ($t_o = 2,262$ при доверительной вероятности $P = 0,95$ и числе измерений $n = 10$).

Результаты поверки считаются положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях АЭД $H^*(10)$ δ_H в диапазоне измерений не превышают $\pm 15\%$.

10.2 Определение основной относительной погрешности измерений мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения

Определение основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях МАЭД гамма-излучения $H^*(10)$ в диапазоне измерений проводят на рабочем эталоне 2-го разряда согласно Приказа Росстандарта от 31.12.2020 № 2314 – установке поверочной дозиметрической гамма-излучения с набором источников гамма-излучения из радионуклида Cs-137 в последовательности, указанной ниже.

10.2.1 Дозиметр-радиометр размещают на эталонной установке как указано в п. 10.1.1.

10.2.2 В режиме измерения МАЭД выполняют не менее десяти измерений фона и рассчитывают их среднее арифметическое значение \overline{M}_ϕ . Фиксируют результат отдельного измерения при достижении случайной погрешности (по индикатору прибора) не более 20 %.

10.2.3 Измерения МАЭД $H^*(10)$ проводят в диапазоне действительных значений МАЭД от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч в трех точках диапазона измерений с действительными значениями МАЭД \dot{H}_o и случайными погрешностями, указанными в таблице 5.

Таблица 5 – Действительные значения МАЭД $H^*(10)$ в поверочных точках

Номер поверочной точки	1	2	3
Действительное значение \dot{H}_o , мкЗв/ч	0,1–1	10–100	1000–10000
Случайная погрешность отдельного измерения, %, не более	10	5	2

10.2.4 В каждой проверяемой точке выполняют не менее десяти измерений МАЭД M_{Hi} , мкЗв/ч, и вычисляют их среднее арифметическое значение \overline{M}_{Hj} с учетом среднего значения фона \overline{M}_ϕ .

10.2.5 Для каждой точки вычисляют среднее квадратическое отклонение результата измерений МАЭД по формуле

$$S(\overline{M}_{Hj}) = \frac{100}{\overline{M}_{Hj}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{Hi} - \overline{M}_{Hj})^2}{n(n-1)}}, \% \quad (4)$$

10.2.6 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результата измерений МАЭД

$$\theta_{\dot{H}} = \pm \left(\Delta_{\dot{H}} + |\theta_o| \right), \% \quad (5)$$

где θ_0 – погрешность действительного значения МАЭД $\dot{H}^*(10)$ (из свидетельства об аттестации поверочной установки), %;

$$\Delta_{\dot{H}} = \frac{\overline{M}_{\dot{H}j} - \dot{H}_{oj}}{\dot{H}_{oj}} \cdot 100 \quad - \quad \text{относительная погрешность показаний дозиметра-}$$

радиометра при измерениях МАЭД $\dot{H}^*(10)$ в j -ой точке, %; \dot{H}_{oj} – действительное значение МАЭД $\dot{H}^*(10)$, мкЗв/ч.

10.2.7 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях МАЭД $\dot{H}^*(10)$ рассчитывают по формуле

$$\delta_{\dot{H}} = Coef \cdot S_{\Sigma}, \quad (6)$$

где $S_{\Sigma} = \sqrt{\theta_0^2 / 3 + S^2(\overline{M}_{\dot{H}j})}$ – суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений, %; $Coef = \frac{\varepsilon + \theta_{\dot{H}}}{S(\overline{M}_{\dot{H}j}) + \theta_{\dot{H}} / \sqrt{3}}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей; $\varepsilon = t_0 \cdot S(\overline{M}_{\dot{H}j})$ – доверительные границы случайной погрешности, %; t_0 – коэффициент Стьюдента, который определяется в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов наблюдений ($t_0 = 2,262$ при доверительной вероятности $P = 0,95$ и числе измерений $n = 10$).

Результаты поверки считаются положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях МАЭД $\dot{H}^*(10)$ $\delta_{\dot{H}}$ в диапазоне измерений не превышают ± 15 %.

10.3 Определение основной относительной погрешности измерений плотности потока бета-излучения

Определение основной относительной погрешности измерений плотности потока бета-излучения проводят с помощью источников бета-излучения типа 3C0 (4C0, 5C0, 6C0) на основе радионуклидов Sr-90+Y-90.

10.3.1 Дозиметр-радиометр размещают вплотную к поверхности источника бета-излучения.

10.3.2 В режиме измерения плотности потока бета-частиц выполняют не менее десяти измерений фона и рассчитывают их среднее арифметическое значение \overline{M}_{ϕ} . Фиксируют результат отдельного измерения при достижении случайной погрешности (по индикатору прибора) не более 20 %.

10.3.3 Измерения плотности потока бета-частиц проводят в 3-х точках диапазона измерений от 5 до 30 000 мин⁻¹·см⁻² со значениями плотности потока бета-частиц и случайными погрешностями, указанными в таблице 6.

Таблица 6

Номер проверочной точки	1	2	3
Действительное значение Φ_0 , мин ⁻¹ ·см ⁻²	5-30	100-5000	15000- 30000
Случайная погрешность отдельного измерения, %, не более	10	5	2

10.3.4 В каждой точке выполняют не менее десяти измерений плотности потока бета-частиц $M_{\Phi j}$, мин⁻¹·см⁻² и вычисляют их среднее арифметическое значение $\overline{M}_{\Phi j}$ с учетом фона \overline{M}_{Φ} .

10.3.5 В каждой точке вычисляют среднее квадратическое отклонение результата измерений плотности потока бета-частиц по формуле

$$S(\overline{M}_{\Phi}) = \frac{100}{\overline{M}_{\Phi j}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{\Phi i} - \overline{M}_{\Phi j})^2}{n(n-1)}}, \% \quad (7)$$

10.3.6 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результата измерений плотности потока бета-частиц

$$\theta_{\Phi} = \pm(\Delta_{\Phi} + |\theta_o|), \% \quad (8)$$

где θ_o – погрешность действительного значения плотности потока бета-частиц (из свидетельства на источники), %;

$$\Delta_{\Phi} = \frac{\overline{M}_{\Phi j} - \Phi_{oj}}{\Phi_{oj}} \cdot 100$$

– относительная погрешность показаний дозиметра-радиометра при измерениях плотности потока бета-частиц в j -ой точке, %; Φ_{oj} – действительное значение плотности потока бета-частиц, мин⁻¹·см⁻¹.

10.3.7 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях плотности потока бета-частиц рассчитывают по формуле

$$\delta_{\Phi} = Coef \cdot S_{\Sigma} \quad (9)$$

где $S_{\Sigma} = \sqrt{\theta_{\Phi}^2 / 3 + S^2(\overline{M}_{\Phi j})}$ – суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений, %; $Coef = \frac{\varepsilon + \theta_{\Phi}}{S(\overline{M}_{\Phi j}) + \theta_{\Phi} / \sqrt{3}}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей; $\varepsilon = t_o \cdot S(\overline{M}_{\Phi j})$ – доверительные границы случайной погрешности, %; t_o – коэффициент Стьюдента, который определяется в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов наблюдений ($t_o = 2,262$ при доверительной вероятности $P = 0,95$ и числе измерений $n = 10$).

Результаты поверки считаются положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях плотности потока бета-частиц δ_{Φ} в диапазоне измерений не превышают ± 20 %.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки считаются положительными, если основная относительная погрешность измерений, определённая в п.п.10.1 - 10.3, не превышает значений, приведенных в п. 1.2 руководства по эксплуатации ЕНЛА.412111.004РЭ и описании типа СИ.

11.2 Дозиметры-радиометры соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если по п.п.10.1 - 10.3 получены положительные результаты.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его в поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений с нанесением знака поверки. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Свидетельство о поверке и извещение о непригодности к применению средства измерений оформляются в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

Начальник лаборатории
Менделеевского филиала
ФБУ «Ростест-Москва»

И.В. Акимов

Главный специалист лаборатории
Менделеевского филиала
ФБУ «Ростест-Москва»

М.В. Чаузова