

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д. И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

УТВЕРЖДАЮ



Директор ФГУП «ВНИИМ
им. Д. И. Менделеева»

К. В. Гоголинский

ДИРЕКТОРА

УТВЕРЖДАЮ К. В. «19» июля 2017 г.

Пов. № 2 от 09.01.2017

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры-радиометры RadiaScan-801

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2103-003-2017

Руководитель отдела измерений
ионизирующих излучений

С. Г. Трофимчук

Старший научный сотрудник

А. Ю. Виллевальде

Научный сотрудник

Г. В. Жуков

Санкт-Петербург
2017

Настоящая методика поверки распространяется на дозиметры-радиометры RadiaScan-801 (далее по тексту – дозиметры-радиометры или дозиметры), предназначенные для измерения:

- амбиентного эквивалента дозы (АЭД) гамма- и рентгеновского излучения (далее – фотонного излучения);
- мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) фотонного излучения;
- плотности потока бета-частиц от источников излучения и от загрязненных поверхностей.

Первичной поверке подлежат дозиметры-радиометры RadiaScan-801 до ввода в эксплуатацию и выпускаемые в обращение после ремонта.

Периодической поверке подлежат дозиметры-радиометры RadiaScan-801, находящиеся в эксплуатации.

Интервал между поверками – 2 года.

Примечание. При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1. В случае использования прибора для измерения отдельных величин и (или) в ограниченных диапазонах измеряемых величин на основании письменного заявления заказчика допускается проведение поверки только для этих величин и (или) в этих ограниченных диапазонах. При этом в свидетельстве о поверке должны быть указаны величины и диапазоны, для которых проводилась поверка.

Таблица 1 – Перечень операций при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование:	7.2		
Проверка работоспособности	7.2.1	Да	Да
Подтверждение соответствия ПО	7.2.2	Да	Да
Определение основной относительной погрешности измерений АЭД	7.3	Да	Да
Определение основной относительной погрешности измерений МАЭД	7.4	Да	Да
Определение основной относительной погрешности измерений плотности потока бета-излучения	7.5	Да	Да
Оформление результатов поверки	8	Да	Да

2 Средства поверки

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

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки и вспомогательного оборудования	Технические характеристики
7.3, 7.4	Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.804-2012 – 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 $\pm 5\%$
7.5	Рабочие эталоны 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 – источники бета-излучения радионуклидные типов ЗСО (4СО, 5СО, 6СО)	Интенсивность внешнего излучения от 1 до $1 \cdot 10^5$ с ⁻¹ , погрешность аттестации не более $\pm 6\%$

2.3 Все используемые средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

2.4 Работа с эталонными средствами измерений должна проводиться в соответствии с их эксплуатационной документацией.

2.4 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих требуемые метрологические характеристики и диапазоны измерений.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области дозиметрии и радиометрии, изучившие руководство по эксплуатации и аттестованные на право поверки дозиметрических и радиометрических средств измерений.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010 СП 2.6.1.2612-10, Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009 СанПиН 2.6.1.2523–09, Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТР-016-2001, действующих инструкций по мерам безопасности в поверочной лаборатории, а также требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах технической документации на средства поверки.

4.2 К работе должны привлекаться лица, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений.

5 Условия поверки

Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающей среды (20 \pm 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа;
- естественный радиационный фон не более 0,25 мкЗв·ч⁻¹.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки необходимо:

- ознакомиться с руководством по эксплуатации на дозиметры-радиометры RadiaScan-801 (далее РЭ);
- подготовить дозиметры-радиометры RadiaScan-801 к работе в соответствии с РЭ.

6.2 Все установки и средства измерений должны быть подготовлены к работе в соответствии с технической документацией на них.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности дозиметра требованиям руководства по эксплуатации в объеме, необходимом для поверки;
- наличие эксплуатационной документации;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- отсутствие дефектов, влияющих на работу дозиметра.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если: дозиметр поступил в поверку в комплекте с паспортом; состав дозиметра соответствует указанному в разделе 7 РЭ; отсутствуют дефекты, влияющие на работу дозиметра.

7.2 Опробование.

7.2.1 Проверка работоспособности. Проверяют функционирование дозиметра-радиометра в соответствии с п.п. 2.2 – 2.11 РЭ.

7.2.2 Подтверждение соответствия ПО. Для отображения информации о ПО прибора следует войти в меню «Информация», «ПО прибора» и нажать кнопку «Menu». В результате отобразится справка, содержащая идентификационное наименование и версию ПО.

Идентификационные данные должны соответствовать данным, представленным в Таблице 1.3 РЭ.

7.3 Определение основной относительной погрешности измерений АЭД

Определение основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях АЭД гамма-излучения $H^*(10)$ в диапазоне измерений проводят на рабочем эталоне 2-го разряда по ГОСТ 8.804-2012 – установке поверочной дозиметрической гамма-излучения с набором источников гамма-излучения из радионуклида Cs-137 в последовательности, указанной ниже.

7.3.1 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 располагают перпендикулярно оси пучка гамма-излучения.

Расстояние от центра чувствительной области детекторов дозиметра до источника ионизирующего излучения в установке должно быть достаточным, чтобы прибор находился в равномерном однородном поле излучения.

7.3.2 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 3.

Таблица 3 – 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

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

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

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

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

7.3.5 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результата измерений АЭД:

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

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

$$\Delta_H = \frac{\bar{M}_{Hj} - H_{oj}}{H_{oj}} \cdot 100 \text{ – относительная погрешность показаний дозиметра-радиометра}$$

при измерениях АЭД $H^*(10)$ в j -ой точке, %; H_{oj} – действительное значение АЭД $H^*(10)$, мЗв.

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

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

где $S_\Sigma = \sqrt{\theta_H^2 / 3 + S^2(\bar{M}_{Hj})}$ – суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений, %; $Coef = \frac{\varepsilon + \theta_H}{S(\bar{M}_{Hj}) + \theta_H / \sqrt{3}}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной

и неисключенной систематической погрешностей; $\varepsilon = t_o \cdot S(\bar{M}_{Hj})$ – 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 $n = 10$).

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

7.4 Определение основной относительной погрешности измерений МАЭД

Определение основной относительной погрешности дозиметра-радиометра при измерениях МАЭД гамма-излучения \dot{H}^* (10) в диапазоне измерений проводят на рабочем эталоне 2-го разряда по ГОСТ 8.804-2012 – установке поверочной дозиметрической гамма-излучения с набором источников гамма-излучения из радионуклида Cs-137 в последовательности, указанной ниже.

7.4.1 Дозиметр-радиометр размещают на эталонной установке как указано в п. 7.3.1.

7.4.2 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 %.

7.4.3 Измерения МАЭД \dot{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 4.

Таблица 4 – Действительные значения МАЭД \dot{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

7.4.4 В каждой проверяемой точке выполняют не менее десяти измерений МАЭД $M_{\dot{H}i}$, мкЗв/ч, и вычисляют их среднее арифметическое значение $\overline{M}_{\dot{H}j}$ с учетом среднего значения фона \overline{M}_ϕ .

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

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

7.4.6 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результата измерений МАЭД

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

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

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

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

7.4.7 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 $S_{\Sigma} = \sqrt{\theta_{\dot{H}}^2 / 3 + S^2(\overline{M}_{\dot{H}j})}$ – 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; $\varepsilon = t_o \cdot S(\overline{M}_{\dot{H}j})$ – 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 $n = 10$).

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

7.5 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.

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

7.5.2 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 %.

7.5.3 Измерения плотности потока бета-частиц проводят в 3-х точках диапазона измерений от 5 до 30000 мин⁻¹·см⁻² со значениями плотности потока бета-частиц и случайными погрешностями, указанными в таблице 5.

Таблица 5

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

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

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

$$S(\overline{M}_{\Phi}) = \frac{100}{\overline{M}_{\Phi j}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{\Phi i} - \overline{M}_{\Phi j})^2}{n(n-1)}}, \% \quad (11)$$

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

$$\theta_{\Phi} = \pm(\Delta_{\Phi} + |\theta_o|), \% \quad (12)$$

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

$$\Delta_{\Phi} = \frac{\bar{M}_{\Phi j} - \Phi_{oj}}{\Phi_{oj}} \cdot 100 \text{ – относительная погрешность показаний дозиметра-радиометра}$$

при измерениях плотности потока бета-частиц в j -ой точке, %; Φ_{oj} – действительное значение плотности потока бета-частиц, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$.

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

$$\delta_{\Phi} = Coef \cdot S_{\Sigma}, \quad (13)$$

где $S_{\Sigma} = \sqrt{\theta_{\Phi}^2 / 3 + S^2(\bar{M}_{\Phi j})}$ – суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерений, %; $Coef = \frac{\varepsilon + \theta_{\Phi}}{S(\bar{M}_{\Phi j}) + \theta_{\Phi} / \sqrt{3}}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной

и неисключенной систематической погрешностей; $\varepsilon = t_o \cdot S(\bar{M}_{\Phi j})$ – 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 $n = 10$).

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

8 Оформление результатов поверки

8.1 Положительные результаты поверки оформляют путем выдачи Свидетельства о поверке, оформленном в соответствии с требованиями раздела VI «Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденного Приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815. Знак поверки наносится на Свидетельство о поверке.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

- диапазоны измерений дозиметра-радиометра, в пределах которых проведена поверка;

- метрологические характеристики дозиметра-радиометра, определенные при поверке;

- идентификационные данные ПО дозиметра-радиометра.

8.2 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению по форме Приложения 2 «Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденного Приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815. Применение дозиметра-радиометра по назначению не допускается.