

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

СОГЛАСОВАНО



Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

А.Н. Пронин

15 августа 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры-радиометры поисковые ИМД-ЛЗ
Методика поверки
МП 2101-048-2025

И.о. руководителя научно-исследовательского отдела
измерений ионизирующих излучений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Г.В. Жуков

Заместитель руководителя
научно-исследовательского отдела
измерений ионизирующих излучений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Т.И. Шильникова

Санкт-Петербург
2025 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	4
3 Требования к условиям проведения поверки	5
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	7
7 Внешний осмотр средства измерений	7
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	8
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
11 Оформление результатов поверки	14
Приложение А	16

1 Общие положения

Настоящая методика поверки (далее – МП) применяется для поверки дозиметров-радиометров поисковых ИМД-ЛЗ (далее по тексту – ИМД-ЛЗ), предназначенных для измерений мощности амбиентного эквивалента дозы (далее – МАЭД) фотонного (гамма- и рентгеновского) излучения, плотности потока альфа- и бета- частиц, детектирования нейтронов при поиске, обнаружении и локализации радиоактивных веществ, при контроле радиоактивного загрязнения поверхностей.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования к средству измерений

Наименование характеристики	Значение		
	ИМД-ЛЗ-01	ИМД-ЛЗ-02	ИМД-ЛЗ-03
Диапазон измерений МАЭД фотонного излучения, мкЗв/ч	от 0,1 до 100	от 0,1 до $1 \cdot 10^7$	от 0,1 до 100
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения, %	± 20	от 0,1 до 1 мкЗв/ч: $\pm \left(15 + \frac{k}{H}\right) \cdot$ от 1 мкЗв/ч включ. до 10 Зв/ч: ± 20	± 20
Диапазон измерений плотности потока альфа-частиц**, с ⁻¹ ·см ⁻²	от 0,01 до $8,3 \cdot 10^3$		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц**, %	± 20		
Диапазон измерений плотности потока бета-частиц***, с ⁻¹ ·см ⁻²	от 0,1 до $8,3 \cdot 10^3$		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности потока бета-частиц***, %	± 20		
<p>* - H - измеренное значение мощности амбиентного эквивалента дозы, мкЗв/ч; k = 9 мкЗв/ч; ** - диапазон измерений плотности потока альфа-частиц и пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц указаны для источников ²³⁹Pu типа 4П9; *** - диапазон измерений плотности потока бета-частиц и пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности потока бета-частиц указаны для источников ⁹⁰Sr+⁹⁰Y типа 4СО.</p>			

Поверка проводится:

- методом косвенных измерений плотности потока альфа-частиц и плотности потока бета-частиц от радионуклидных источников альфа-, бета-излучений – вторичных или рабочих эталонов потока альфа-частиц и потока бета-частиц согласно ГОСТ 8.033-2023 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников» (далее – ГОСТ 8.033-2023);

- методом прямых измерений МАЭД на установках эталонных дозиметрических мощности амбиентного эквивалента дозы с набором источников ¹³⁷Cs - рабочих эталонов не

ниже 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой 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 (далее - ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314.

Поверка обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам:

- Государственному первичному эталону единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016 в соответствии с ГОСТ 8.033-2023;

- Государственному первичному эталону единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений ГЭТ 8-2019 в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314.

Настоящая МП устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Настоящей МП предусмотрена возможность проведения периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку (далее – Заявитель).

Примечание – При пользовании настоящей МП 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 МП 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.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции при проведении поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10
4.1 Проверка диапазона измерений плотности потока альфа-частиц и	Да	Да*	10.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
определение относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц			
4.2 Проверка диапазона измерений плотности потока бета-частиц и определение относительной погрешности измерений плотности потока бета-частиц	Да	Да*	10.2
4.3 Проверка диапазона измерений МАЭД фотонного излучения и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения	Да	Да*	10.3
4.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.4
* Обязательность выполнения операции при периодической поверке определяется на основании заявления Заявителя на проведение поверки в полном или сокращенном объеме			

3 Требования к условиям проведения поверки

Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха от +15 °С до +25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа;
- фон гамма-излучения не более 0,20 мкЗв/ч.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области измерений ионизирующих излучений, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений, допущенные к поверке средств измерений в установленном порядке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Метрологические и технические требования к средствам поверки указаны в таблице 3. Эталоны и средства измерений должны быть исправны и иметь действующие свидетельства об аттестации эталона или актуальные сведения о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ).

Таблица 3 – Эталоны и средства измерений, применяемые при поверке

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средство измерений температуры в диапазоне от +10 °С до +40 °С, абсолютная погрешность (по модулю) не более 0,5 °С</p> <p>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 107 кПа, абсолютная погрешность (по модулю) не более 1 кПа.</p> <p>Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 %, абсолютная погрешность (по модулю) не более 5 %.</p> <p>Средство измерений мощности амбиентного эквивалента дозы в диапазоне измерений от 0,1 мкЗв/ч до 1 мЗв/ч, погрешность (по модулю) не более 30 %</p>	<p>Метеометры МЭС-200А, рег. № в ФИФ ОЕИ 27468-04</p> <p>Дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1121, рег. № в ФИФ ОЕИ 19793-14</p>
Проверка диапазона измерений плотности потока альфа-частиц и определение относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц	<p>Эталоны единицы потока альфа-частиц, по ГОСТ 8.033-2023:</p> <p>Вторичные эталоны – радионуклидные источники альфа-излучения: диапазон потока альфа-частиц в 2π ср от 1 до $8 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$, суммарное СКО – не более 2 %.</p> <p>Рабочие эталоны – радионуклидные источники альфа-излучения: диапазон потока альфа-частиц в 2π ср от 1 до $8 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$, относительная погрешность (P=0,95) (по модулю) не более 7 %.</p> <p>Площадь рабочей поверхности источника 40 см².</p>	<p>Источники альфа-излучения закрытые с радионуклидом плутоний-239, тип 4П9, рег. № в ФИФ ОЕИ 61304-15</p>
Проверка диапазона измерений плотности потока бета-частиц и определение относительной погрешности измерений плотности потока бета-частиц	<p>Эталоны единицы потока бета-частиц по ГОСТ 8.033-2023:</p> <p>Вторичные эталоны – радионуклидные источники бета-излучения: диапазон потока бета-частиц в 2π ср от 1 до $1 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$, суммарное СКО – не более 2 %.</p> <p>Рабочие эталоны – радионуклидные источники бета-излучения: диапазон потока бета-частиц в 2π ср от 1 до $1 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$, относительная погрешность (P=0,95) (по модулю) не более 7 %.</p>	<p>Источники бета-излучения закрытые с радионуклидами стронций-90+иттрий-90, тип 4СО, рег. № в ФИФ ОЕИ 61305-15</p>

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Площадь рабочей поверхности источника 40 см ² .	
Проверка диапазона измерений МАЭД фотонного излучения и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения	Рабочий эталон не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314: установка эталонная дозиметрическая мощности амбиентного эквивалента дозы с набором источников ¹³⁷ Cs. Диапазон измерений от 0,1 до 100 мкЗв/ч, от 0,1 до 1·10 ⁷ мкЗв/ч (при поверке ИМД-ЛЗ-02) относительная погрешность (P=0,95) (по модулю) не более 7 %.	Установки дозиметрические гамма-излучения УДГ-АТ110, рег. № в ФИФ ОЕИ № 40425-09
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)», СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений и средства поверки, и правила техники безопасности, действующие на предприятии.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие эксплуатационной документации ЛЮКТ.412159.001 РЭ «Дозиметры-радиометры поисковые ИМД-ЛЗ. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ);
- соответствие комплектности ИМД-ЛЗ п. 1.3 РЭ;
- читаемость и соответствие маркировки описанию типа;
- целостность пломбы;
- отсутствие механических повреждений.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Проводят контроль условий поверки путем измерений температуры, относительной влажности окружающего воздуха, атмосферного давления, фона гамма-излучения. Полученные результаты должны соответствовать требованиям к условиям

проведения поверки, указанным в п. 3.

8.2 Подготовка ИМД-ЛЗ к поверке выполняется согласно разделу 2 РЭ.

8.3 Включают прибор, выполняют операции по пп. 2.3 - 2.4 РЭ.

8.4 Результаты опробования считают положительными, если после самотестирования на дисплее не отображаются сообщения о неисправностях, прибор переходит в режим измерений фона, на что указывает появляющееся на ЖК экране обозначение режима «калибровка».

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка программного обеспечения (ПО) заключается в проверке соответствия идентификационных данных ПО требованиям, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение					
	Встроенное ПО			Прикладное ПО		
	ИМД-ЛЗ-01	ИМД-ЛЗ-02	ИМД-ЛЗ-03	ИМД-ЛЗ-01	ИМД-ЛЗ-02	ИМД-ЛЗ-03
Идентификационное наименование ПО	ИМД-ЛЗ-01	ИМД-ЛЗ-02	ИМД-ЛЗ-03	Универсальный конфигуратор		
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.0.X ¹⁾			1.0.Y ²⁾		

¹⁾ 4.0 – метрологически значимая часть, X может принимать значения от 0 до 99
²⁾ 1.0 – метрологически значимая часть, Y может принимать значения от 0 до 99

9.2 Идентификационное наименование и номер версии прикладного ПО отображаются при запуске ПО «Универсальный конфигуратор» на персональном компьютере (ПК) (Рис.1).



Рисунок 1 – Отображение идентификационных данных ПО «Универсальный конфигуратор»

Идентификационные наименования и номера версий встроенного ПО отображаются в ПО «Универсальный конфигуратор» во вкладке «Общие» при подключении ИМД-ЛЗ с помощью считывателя к ПК (Рис.2).



Рисунок 2 – Отображение идентификационных данных встроенного ПО

9.3 Результаты проверки ПО считают положительными, если идентификационные наименования и номера версий ПО соответствуют указанным в таблице 4.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона измерений плотности потока альфа-частиц и определение относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц (обязательно выполняется при первичной поверке и периодической поверке в полном объеме, при периодической поверке в сокращенном объеме выполняется по заявлению Заявителя на проведение поверки для плотности потока альфа-частиц)

10.1.1 Проверку диапазона измерений плотности потока альфа-частиц и определение относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц выполняют методом косвенных измерений с применением источников альфа-излучения ^{239}Pu типа 4П9.

10.1.2 Подбирают источники альфа-излучения ^{239}Pu типа 4П9 с потоком альфа-частиц в 2π ср в диапазонах от 1 до $5 \cdot 10^2 \text{ с}^{-1}$, от $5 \cdot 10^2$ до $5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$, от $5 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$.

10.1.3 Плотность потока альфа-частиц от источников рассчитывают по формуле:

$$\varphi = \frac{\Phi}{S}, \quad (1)$$

где φ – плотность потока альфа-частиц, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$

Φ – поток альфа-частиц в 2π ср (из паспорта эталона или свидетельства о поверке (протокола поверки) источника, поверенного в качестве эталона), с^{-1} ;

$S=40 \text{ см}^2$ – площадь активной части источника.

10.1.4 Выполняют не менее 5 измерений плотности потока альфа-частиц φ_i от каждого источника. Источники устанавливают в подставку для источников, прибор устанавливают на подставку в фиксированную позицию над источником.

10.1.5 Вычисляют среднее арифметическое значение плотности потока альфа-частиц $\bar{\varphi}$ от каждого источника по формуле:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^m \varphi_i}{m}, \quad (2)$$

где $\bar{\varphi}$ – среднее арифметическое значение плотности потока альфа-частиц, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

φ_i – плотность потока альфа-частиц в i -м измерении, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

m – число измерений.

10.1.6 Определяют относительное среднее квадратическое отклонение (СКО) S среднего арифметического (в процентах) по формуле

$$S = \frac{1}{\bar{\varphi}} \sqrt{\frac{\sum_i^m (\varphi_i - \bar{\varphi})^2}{m(m-1)}} \cdot 100 \quad (3)$$

10.1.7 Определяют границы неисключенной систематической погрешности (НСП) при доверительной вероятности $P=0,95$ по формуле:

$$\theta_{\Sigma} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\theta_0^2 + \delta_0^2 + \theta^2}, \quad (4)$$

где θ_0 – относительная погрешность потока альфа- (бета-) частиц в 2π ср от источника (из паспорта эталона или свидетельства о поверке (протокола поверки) источника, поверенного в качестве эталона), %;

в случае применения вторичного эталона потока альфа- (бета-) частиц в 2π ср:

$\theta_0 = 2 \cdot S_0$, где S_0 – СКО вторичного эталона (из паспорта эталона), %;

$\delta_0 = 3\%$ – погрешность косвенного метода передачи;

θ – границы неисключенной систематической погрешности прибора, %, определенные по формуле:

$$\theta = \frac{\bar{\varphi} - \varphi_0}{\varphi_0} \cdot 100, \quad (5)$$

где $\bar{\varphi}$ – среднее значение плотности потока альфа- (бета-) частиц, полученное по формуле (2), $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

φ_0 – плотность потока альфа- (бета-) частиц по формуле (1), $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

10.1.8 Вычисляют среднее квадратическое отклонение НСП S_{θ} , %, по формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\theta}{1,1 \cdot \sqrt{3}} \quad (6)$$

10.1.9 Вычисляют доверительные границы ε (без учета знака) случайной погрешности по формуле:

$$\varepsilon = t \cdot S, \quad (7)$$

где t – коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов измерений находят по таблице, приведенной в приложении Д ГОСТ Р 8.736-2011.

10.1.10 Относительную погрешность Δ (без учета знака) вычисляют по формуле

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (8)$$

где $K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S + S_{\theta}}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей

погрешности и НСП;

$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S^2}$ – суммарное СКО, %.

10.1.11 Результат поверки по п. 10.1 считается положительным, если для каждого источника относительная погрешность измерений плотности потока альфа-частиц (по модулю) составляет не более 20 %.

10.2 Проверка диапазона измерений плотности потока бета-частиц и определение относительной погрешности измерений плотности потока бета-частиц (обязательно выполняется при первичной поверке и периодической поверке в полном объеме, при периодической поверке в сокращенном объеме выполняется по заявлению Заявителя на проведение поверки для плотности потока бета-частиц)

10.2.1 Проверку диапазона измерений плотности потока бета-частиц и определение относительной погрешности измерений плотности потока бета-частиц выполняют методом косвенных измерений с применением источников бета-излучения $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ типа 4CO.

10.2.2 Подбирают источники бета-излучения $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ типа 4CO с потоком бета-частиц в 2π ср в диапазонах от 5 до $5 \cdot 10^2 \text{ с}^{-1}$, от $5 \cdot 10^2$ до $5 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$, от $5 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$.

10.2.3 Плотность потока бета-частиц от источника рассчитывают по формуле:

$$\varphi = \frac{\Phi}{S}, \quad (9)$$

где φ – плотность потока бета-частиц, $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$

Φ – поток бета-частиц в 2π ср на дату проведения поверки, с^{-1} , рассчитанный по формуле:

$$\Phi = \Phi_0 \cdot 2^{-t/T}, \quad (10)$$

где Φ_0 – поток бета-частиц в 2π ср на исходную дату (из паспорта эталона или свидетельства о поверке (протокола поверки) источника, поверенного в качестве эталона), с^{-1} ;

t – интервал времени между исходной датой и датой проведения поверки, лет;

T – период полураспада ^{90}Sr (28,80 лет);

$S=40 \text{ см}^2$ – площадь активной части источника.

10.2.4 Выполняют не менее 5 измерений плотности потока бета-частиц φ_i от каждого источника. Источники устанавливают в подставку для источников, прибор устанавливают на подставку в фиксированную позицию над источником.

10.2.5 Вычисляют среднее арифметическое плотности потока бета-частиц $\bar{\varphi}$ от каждого источника по формуле:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^m \varphi_i}{m}, \quad (11)$$

где φ_i – плотность потока бета-частиц в i -м измерении, $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$;

m – число измерений

10.2.6 Повторяют вычисления по п.п. 10.1.6 – 10.1.10.

10.2.7 Результат поверки по п. 10.2 считается положительным, если для каждого источника относительная погрешность измерений плотности потока бета-частиц (по модулю) составляет не более 20 %.

10.3 Проверка диапазона измерений МАЭД фотонного излучения и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения (обязательно выполняется при первичной поверке и периодической поверке в полном объеме, при периодической поверке в сокращенном объеме выполняется по заявлению Заявителя на проведение поверки для МАЭД фотонного излучения).

10.3.1 Проверку диапазона измерений МАЭД фотонного излучения и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения проводят в полях гамма-излучения ^{137}Cs дозиметрических установок. Для модификаций ИМД-ЛЗ-01, ИМД-ЛЗ-03 проводят измерения МАЭД фотонного излучения в одной проверочной точке в каждом из диапазонов: от 0,1 до 1 мкЗв/ч, от 1 до 10 мкЗв/ч, от 10 до 100 мкЗв/ч. Для модификации ИМД-ЛЗ-02 проводят измерения МАЭД фотонного излучения в одной проверочной точке в каждом из диапазонов: от 0,1 до 1 мкЗв/ч, от 1 до 10^3 мкЗв/ч, от 10^3 до 10^5 мкЗв/ч, от 10^5 до 10^7 мкЗв/ч. Для модификации ИМД-ЛЗ-02 допускается применение метода подобию по ГОСТ 25935-83 с использованием рентгеновской установки в проверочной точке от 10^5 до 10^7 мкЗв/ч.

10.3.2 При закрытом коллиматоре установки выполняют не менее 7 измерений фона, рассчитывают среднее арифметическое значение МАЭД фона и его СКО по формулам:

$$\overline{M}_f = \frac{\sum_{i=1}^n M_{fi}}{n} \quad (12)$$

$$S_f = \frac{1}{\overline{M}_f} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{fi} - \overline{M}_f)^2}{n(n-1)}} \cdot 100, \quad (13)$$

где M_{fi} – МАЭД фона в i -м измерении, мкЗв/ч;

\overline{M}_f – среднее арифметическое значение МАЭД фона, мкЗв/ч;

n – число измерений фона;

S_f – СКО среднего арифметического значения МАЭД фона, %

10.3.3 Измерения МАЭД фотонного излучения в полях гамма-излучения ^{137}Cs дозиметрических установок выполняют в режиме измерений в соответствии с п.3.3 РЭ. Прибор устанавливают в проверочную точку на линейке дозиметрической установки таким образом, чтобы центральная ось коллимированного пучка гамма-излучения проходила через центр чувствительной области прибора, отмеченный крестиком на его корпусе, а размер сечения пучка в плоскости, перпендикулярной оси пучка и проходящей через центр

чувствительной области прибора, полностью перекрывал чувствительную область.

10.3.4 В каждой точке выполняют не менее 7 измерений МАЭД, вычисляют среднее арифметическое значение МАЭД и СКО среднего арифметического значения МАЭД по формулам:

$$\bar{M}_{\text{изм}} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{\text{изм}i}}{n} \quad (14)$$

$$S_{M_{\text{изм}}} = \frac{1}{\bar{M}_{\text{изм}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{\text{изм}i} - \bar{M}_{\text{изм}})^2}{n(n-1)}} \cdot 100, \quad (15)$$

где $M_{\text{изм}i}$ – МАЭД в i -м измерении, мкЗв/ч;

$\bar{M}_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое МАЭД, мкЗв/ч;

n – число измерений МАЭД в проверочной точке;

$S_{M_{\text{изм}}}$ – СКО среднего арифметического значения МАЭД, %

10.3.5 Вводят поправку на фон и вычисляют СКО среднего арифметического значения МАЭД с поправкой на фон по формулам:

$$\dot{H} = \bar{M}_{\text{изм}} - \bar{M}_f \quad (16)$$

$$S = \sqrt{\left(\frac{\bar{M}_{\text{изм}}}{\bar{M}_{\text{изм}} - \bar{M}_f} S_{M_{\text{изм}}} \right)^2 + \left(\frac{\bar{M}_f}{\bar{M}_{\text{изм}} - \bar{M}_f} S_f \right)^2} \cdot 100, \quad (17)$$

где \dot{H} – среднее значение МАЭД с поправкой на фон, мкЗв/ч;

S – СКО среднего арифметического значения МАЭД с поправкой на фон, %;

10.3.6 Рассчитывают границы неисключенной систематической погрешности (НСП) МАЭД ($P=0,95$) по формуле

$$\theta_{\Sigma} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\theta_0^2 + \delta_0^2 + \theta^2}, \quad (18)$$

где θ_0 – относительная погрешность эталонного значения МАЭД (из паспорта эталона или свидетельства о поверке (протокола поверки) установки, поверенной в качестве эталона), %;

$\delta_0=0,6$ % – погрешность метода передачи;

θ – систематическая погрешность прибора, %, определенная по формуле:

$$\theta = \frac{\dot{H} - \dot{H}_0}{\dot{H}_0} \cdot 100 \quad (19)$$

где \dot{H} – среднее значение МАЭД с поправкой на фон, полученное по формуле (16), мкЗв/ч;

\dot{H}_0 – эталонное значение МАЭД, мкЗв/ч.

10.3.7 Выполняют расчеты по пп. 10.1.8 – 10.1.10.

10.3.8 Результат поверки по п. 10.3 считается положительным, если:

- для модификаций ИМД-ЛЗ-01, ИМД-ЛЗ-03 в каждом из диапазонов по п. 10.3.1 относительная погрешность измерений МАЭД (по модулю) составляет не более 20 %;

- для модификации ИМД-ЛЗ-02 в диапазоне от 0,1 до 1 мкЗв/ч относительная погрешность измерений МАЭД по модулю составляет не более $(15 + \frac{k}{H})$,

где - \dot{H} - МАЭД с поправкой на фон, мкЗв/ч,

$k = 9$ мкЗв/ч,

- для модификации ИМД-ЛЗ-02 в диапазоне от 1 мкЗв/ч включительно до 10 Зв/ч относительная погрешность измерений МАЭД (по модулю) составляет не более 20 %.

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

ИМД-ЛЗ признают соответствующим метрологическим требованиям, указанным в таблице 1, если:

- при первичной поверке операции по пп. 10.1 – 10.3 выполнены с положительным результатом;

- при периодической поверке в полном объеме (для полного числа измеряемых величин) операции по пп. 10.1 – 10.3 выполнены с положительным результатом;

- при периодической поверке для меньшего числа измеряемых величин операции по пунктам проверки величин, указанных в заявлении на поверку в сокращенном объеме, выполнены с положительным результатом.

ИМД-ЛЗ признают несоответствующим метрологическим требованиям, указанным в таблице 1, если:

- при первичной поверке хотя бы одна из операций по пп. 10.1 – 10.3 выполнена с отрицательным результатом;

- при периодической поверке для полного числа измеряемых величин хотя бы одна из операций по пп. 10.1 – 10.3 выполнена с отрицательным результатом;

- при периодической поверке для меньшего числа измеряемых величин хотя бы одна из операций по пунктам проверки величин, указанных в заявлении на поверку в сокращенном объеме, выполнена с отрицательным результатом.

11 Оформление результатов поверки

11.1 По результатам поверки оформляют протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

11.2 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

11.3 По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, на средство измерений, прошедшее

поверку с положительным результатом, выдается свидетельство о поверке установленной формы.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.4 Средство измерений, не прошедшее поверку, к обращению не допускается. По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, на средство измерений выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин несоответствия.

Приложение А
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от _____ г.

к свидетельству о поверке (извещению о непригодности) № _____ от _____ г.

Наименование средства измерений, тип	
Регистрационный номер в ФИФ ОЕИ	
Модификация/Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	

Вид поверки: _____ (в полном объеме/частичная поверка)

Методика поверки: _____

Средства поверки: _____

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ в ФИФ ОЕИ	Метрологические характеристики	Примечание

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25	
Атмосферное давление, кПа	от 86 до 106,7	
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80	
Фон внешнего гамма-излучения, мкЗв/ч, не более	0,2	

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр средства измерений

Внешний вид, комплектность, маркировка *соответствует* (*не соответствует*) требованиям эксплуатационной документации.

Внешние повреждения *отсутствуют* (*присутствуют*).

Вывод: результаты проверки: *положительные* (*отрицательные*)

2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Прибор *работоспособен* (*не работоспособен*).

Сообщения об ошибках *отсутствуют* (*имеются; указать содержание*).

Результаты опробования *положительные* (*отрицательные*).

3 Проверка программного обеспечения средства измерений

Таблица 1 – Сравнение идентификационных данных ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Номер версии ПО при поверке

Результаты подтверждения сохранности ПО *положительные* (*отрицательные*).

4 Определение метрологических характеристик

Таблица 2 – Определение относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц

Номер источника	Плотность потока альфа-частиц, см ² ·мин ⁻¹ Эталон	Относительная погрешность плотности потока альфа-частиц, (P=0,95), % Эталон	Плотность потока альфа-частиц, см ² ·мин ⁻¹	Относительная погрешность измерений плотности потока альфа-частиц, (P=0,95), %	Предельное значение, %

Относительная погрешность измерений плотности потока альфа-частиц *соответствует* (не соответствует) требованиям описания типа.

Таблица 3 – Определение относительной погрешности измерений плотности потока бета-частиц

Номер источника	Плотность потока бета-частиц, см ² ·мин ⁻¹ Эталон	Относительная погрешность плотности потока бета-частиц (P=0,95), % Эталон	Плотность потока альфа-частиц, см ² ·мин ⁻¹	Относительная погрешность измерений плотности потока альфа-частиц, (P=0,95), %	Предельное значение, %

Относительная погрешность измерений плотности потока бета-частиц *соответствует* (не соответствует) требованиям описания типа.

Таблица 4 – Определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения

МАЭД, мкЗв/ч Эталон	Относительная погрешность МАЭД, (P=0,95), % Эталон	МАЭД, мкЗв/ч	Относительная погрешность измерений МАЭД, (P=0,95), %	Предельное значение, %

Относительная погрешность измерений МАЭД фотонного излучения *соответствует* (не соответствует) требованиям описания типа

Заключение:

Дозиметр-радиометр поисковый ИМД-ЛЗ, модификация....., зав. № _____ соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признан пригодным (непригодным) к применению.

На основании результатов поверки выдано (по заявлению заказчика):

Свидетельство о поверке № _____ от _____ г.

(Извещение о непригодности № _____ от _____ г.

Причина непригодности: _____)

Номер записи сведений о результатах поверки в ФИФ:

Поверку выполнил

ФИО

1 Частичное воспроизведение протокола не допускается без разрешения организации, выдавшей протокол поверки.

2 Полученные результаты относятся только к указанным в протоколе объектам поверки.