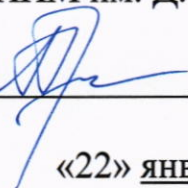


**Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

**СОГЛАСОВАНО**



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

 А.Н. Пронин

«22» января 2024 г.

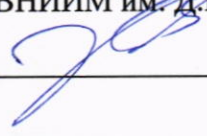
Государственная система обеспечения единства измерений

**Источники альфа-излучения радионуклидные  
спектрометрические эталонные ОСАИ**

**Методика поверки**

**МП 2101-036-2024**

И.о. руководителя отдела измерений ионизи-  
рующих излучений  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 Г.В. Жуков

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

 Т.И. Шильникова

Санкт-Петербург,  
2024 г.

## Содержание

Общие положения .....	3
1 Перечень операций поверки средства измерений .....	4
2 Требования к условиям проведения поверки .....	4
3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	4
5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки .....	6
6 Внешний осмотр средства измерений .....	6
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	6
8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	7
9 Оформление результатов поверки ..	11
Приложение А (рекомендуемое) .....	12

## Общие положения

Настоящая методика поверки (далее – МП) применяется для поверки источников альфа-излучения радионуклидных спектрометрических эталонных ОСАИ (далее по тексту - источники ОСАИ), предназначенных для воспроизведения активности альфа-излучающих радионуклидов и потока альфа-частиц через рабочую поверхность источника (внешнее излучение источника).

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

Таблица 1 – Метрологические требования к средству измерений

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в источнике при выпуске для применения в качестве, %:	
– рабочих эталонов 1-го разряда	$\pm 5$
– рабочих эталонов 2-го разряда	$\pm 7$
Пределы допускаемой относительной погрешности потока альфа-частиц в $2\pi$ ср при выпуске для применения в качестве, %:	
– рабочих эталонов 1-го разряда	$\pm 5$
– рабочих эталонов 2-го разряда	$\pm 7$

Поверка проводится методом прямых измерений или сличений с помощью компаратора величин, воспроизводимых эталоном, и обеспечивает прослеживаемость поверяемых источников к Государственному первичному эталону единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока фотонного, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016 в соответствии с ГОСТ 8.033-2023.

Настоящая МП устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

### Примечания:

1) 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) Настоящей МП не предусмотрена возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин и на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 1 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – 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	6
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	8
3.1 Определение относительной погрешности потока альфа-частиц в 2π ср и суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в источнике	Да	Да	8.1
3.2 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	8.2

## 2 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;
- внешний радиационный фон  
(мощность амбиентного эквивалента дозы) не более 0,2 мкЗв/ч.

## 3 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.

## 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2. Все эталоны и средства измерений должны быть исправны и иметь действующие свидетельства об аттестации или сведения о поверке в Федеральном ин-

формационном фонде по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 – Эталоны и вспомогательные средства, применяемые при поверке

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средство измерений температуры в диапазоне измерений от 0 до +40 °С, цена деления 1 °С.</p> <p>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 80 до 107 кПа, относительная погрешность измерений не более <math>\pm 3</math> %.</p> <p>Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 10 до 100 %, абсолютная погрешность измерений не более <math>\pm 5</math> %.</p> <p>Средство измерений мощности амбиентного эквивалента дозы в диапазоне измерений от 0,05 мкЗв/ч до 10 Зв/ч, относительная погрешность измерений не более <math>\pm 15</math> %.</p> <p>Средство измерений плотности потока альфа-частиц от 0,1 до <math>2 \cdot 10^3</math> мин<sup>-1</sup>·см<sup>-2</sup>, относительная погрешность измерений не более <math>\pm 20</math> %.</p>	<p>Метеометры МЭС-200А, рег. № в ФИФ ОЕИ 27468-04;</p> <p>Дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1123, рег. № в ФИФ ОЕИ 19793-19;</p> <p>Дозиметр-радиометр ДКС-96 с блоком детектирования альфа-излучения, рег. № в ФИФ ОЕИ 16369-11</p>
п. 8.1 Определение относительной погрешности потока альфа-частиц в 2лср и суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в источнике	<p>При поверке источников ОСАИ в качестве рабочих эталонов 1 разряда:</p> <p>Вторичные эталоны активности радионуклидов и потока альфа-частиц:</p> <p>Диапазон активности (<math>10^1 - 10^6</math>) Бк; <math>S_{\Sigma} = (0,5 - 2)</math> %;</p> <p>Диапазон потока альфа-частиц (<math>5 - 5 \cdot 10^5</math>) с<sup>-1</sup>; <math>S_{\Sigma} = (0,5 - 2)</math> %;</p> <p>При поверке источников ОСАИ в качестве рабочих эталонов 2 разряда:</p> <p>Рабочие эталоны 1-го разряда –</p> <p>Диапазон активности (<math>10^1 - 10^6</math>) Бк; <math>\delta_0 = (3 - 5)</math> %;</p> <p>Диапазон потока альфа-частиц (<math>5 - 5 \cdot 10^5</math>) с<sup>-1</sup>; <math>\delta_0 = (3 - 5)</math> %.</p> <p>Максимальная нестабильность компаратора - не более 2 %</p>	<p>Эталонные:</p> <p>Спектрометры энергии альфа-излучения с импульсной ионизационной камерой, рег. № в ФИФ ОЕИ 75646-19;</p> <p>Источники альфа-излучения радионуклидные спектрометрические эталонные, рег. № в ФИФ ОЕИ 56659-14</p> <p>Компаратор:</p> <p>Спектрометры альфа-излучения Alpha Analyst, рег. № в ФИФ ОЕИ 53561-13</p>
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

## **5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки**

**5.1** 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, Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 г. № 903н, требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах технической документации на средства поверки и правила техники безопасности, действующие на данном предприятии.

**5.2** К работе должны привлекаться только сотрудники, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений.

## **6 Внешний осмотр средства измерений**

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие паспорта на источник ОСАИ и записи о предыдущей поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (при периодической поверке);
- читаемость и соответствие маркировки источника ОСАИ;
- отсутствие на поверхности источника ОСАИ видимых механических повреждений.

*Примечание: источник ОСАИ с обнаруженными механическими повреждениями поверке не подлежит.*

## **7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

**7.1** Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

**7.2** Проводят контроль условий поверки путем измерений температуры и относительной влажности окружающего воздуха, атмосферного давления и мощности амбиентного эквивалента дозы фонового облучения. Полученные результаты должны соответствовать требованиям к условиям проведения поверки, указанным в п. 2.

**7.3** Проводят проверку уровня нефиксированного радиоактивного загрязнения (УРЗ) методом «влажного мазка» по методике ГОСТ Р 51919-2002 п.5.3.1 с помощью тампона из ваты или марли, увлажненного этиловым спиртом. Проверку выполняют для обратной стороны источника, протирая поверхность тампоном. Измерения активности альфа-излучающих радионуклидов на тампоне выполняют в соответствии с руководством по эксплуатации дозиметра-радиометра. Если уровень поверхностного загрязнения радионуклидного источника не превышает 185 Бк, результат опробования считается положительным.

7.4 Подготовку спектрометра к работе выполняют согласно Руководству по эксплуатации на него.

## 8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Определение относительной погрешности потока альфа-частиц в 2π ср и суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в источнике.

8.1.1 Определяют собственный фон спектрометра или компаратора, выполнив не менее 5 измерений.

8.1.2 Вычисляют среднее значение скорости счета фона  $\overline{n_\phi}$ , с<sup>-1</sup>:

$$\overline{n_\phi} = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^l n_{\phi j} \quad (1)$$

где  $n_{\phi j}$  - скорость счета фона при  $j$  - ом измерении, с<sup>-1</sup>,

$l$  - число повторных измерений фона.

8.1.3 Для метода прямых измерений установку источника и запуск измерений выполняют в соответствии с Руководством по эксплуатации спектрометра.

8.1.4 Число повторных измерений скорости счёта импульсов от источника должно быть не менее 5, количество зарегистрированных импульсов в каждом измерении должно составлять не менее 10<sup>4</sup>.

8.1.5 Вычисляют поток альфа-частиц в 2π ср,  $\phi_i$ , с<sup>-1</sup>, по формуле:

$$\phi_i = \frac{1}{\varepsilon} \cdot (n_i - \overline{n_\phi}) \quad (2)$$

где  $n_i$  - скорость счета импульсов от источника при  $i$ - ом измерении, с<sup>-1</sup>,

$\varepsilon$  - эффективность регистрации альфа-частиц с энергией, соответствующей измеряемому радионуклиду (из паспорта эталона или протокола о поверке спектрометра, применяемого в качестве эталона), отн. ед.;

8.1.6 Среднее значение потока альфа-частиц в 2π ср,  $\overline{\phi}$ , с<sup>-1</sup>, вычисляют по формуле:

$$\overline{\phi} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \phi_i \quad (3)$$

где  $\phi_i$  - поток альфа-частиц в 2π ср в  $i$ -м измерении, с<sup>-1</sup>,

$m$  - число повторных измерений источника.

8.1.7 Суммарную активность альфа-излучающих радионуклидов  $A$ ,  $B_k$ , рассчитывают по формуле:

$$A = k \cdot \bar{\varphi} \quad (4)$$

где  $k$  – коэффициент перехода от потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср (внешнего излучения) к суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в источнике

$$k = (2,00 \pm 0,01) \text{ Бк/с}^{-1}$$

8.1.8 В случае использования компаратора для поверки источника ОСАИ подбирают идентичный по геометрическим размерам источник с таким же радионуклидом. Значения потока альфа-частиц в эталонном и поверяемом источниках не должны различаться более чем в 10 раз.

8.1.9 Поток альфа-частиц измеряют с помощью компаратора относительным методом в идентичных геометрических условиях путём сравнения скоростей счёта импульсов от поверяемого и эталонного источника с многократной сменой источников. Количество смен источников не менее 5.

8.1.10 Вычисляют отношение скоростей счёта импульсов от поверяемого и эталонного источников с поправкой на фон по формуле:

$$R_i = \frac{n_i - \bar{n}_\phi}{n_{эi} - \bar{n}_\phi} \quad (5)$$

где  $n_i$  – скорость счёта импульсов от поверяемого источника в  $i$  серии измерений,  $\text{с}^{-1}$ ,  
 $n_{эi}$  – скорость счёта импульсов от эталонного источника в  $i$  серии измерений,  $\text{с}^{-1}$ ,  
 $\bar{n}_\phi$  – фоновая скорость счёта импульсов по п. 8.1.2,  $\text{с}^{-1}$ .

8.1.11 Поток альфа-частиц от поверяемого источника в  $2\pi$  ср рассчитывают по формуле:

$$\varphi_i = \varphi_\Sigma \cdot R_i \quad (6)$$

где  $\varphi_\Sigma$  – поток альфа-частиц в  $2\pi$  ср, из паспорта эталона или протокола поверки, Бк  
Вычисляют среднее значение потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср по формуле (3).

Суммарную активность альфа-излучающих радионуклидов в источнике, Бк, определяют по формуле (4).

8.1.12 Доверительные границы относительной погрешности потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср и суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в поверяемом источнике при доверительной вероятности  $P = 0,95$  определяют согласно ГОСТ Р 8.736-2011.

8.1.13 Определяют относительное среднее квадратическое отклонение  $S$  среднего арифметического  $\bar{\varphi}$  по формуле (в процентах):

$$S = \frac{100}{\bar{\varphi}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\varphi_i - \bar{\varphi})^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

где  $\varphi_i$  – поток альфа-частиц в  $2\pi$  ср, определенный по формуле (2) для метода прямых измерений и по формуле (6) в случае применения для поверки компаратора;

$\bar{\varphi}$  – среднее значение потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср, определенное по формуле (3)

Доверительные границы  $\varepsilon$  (без учета знака) случайной погрешности оценки потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср вычисляют по формуле:

$$\varepsilon = t \cdot S \quad (8)$$

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

$S$  – относительное среднее квадратическое отклонение среднего арифметического

8.1.14 Для прямых измерений на спектрометре границы неисклученной систематической погрешности оценки потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср при доверительной вероятности  $P=0,95$  определяют по формуле:

$$\theta_{\Sigma} = \pm |\theta_{\varphi_3}| \quad (9)$$

где  $\theta_{\varphi_3}$  – границы неисклученной систематической погрешности (НСП) оценки потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср при измерениях на эталоне, %, из паспорта эталона или протокола о поверке спектрометра, применяемого в качестве эталона.

Для сличений с помощью компаратора границы неисклученной систематической погрешности оценки потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср при доверительной вероятности  $P=0,95$  определяют по формуле:

$$\theta_{\Sigma} = \pm |\theta_{\varphi_3}| \quad (10)$$

где  $\theta_{\varphi_3}$  – границы неисклученной систематической погрешности оценки потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср от эталонного источника, %, из паспорта эталона или протокола поверки источника, применяемого в качестве эталона.

8.1.15 Границы погрешности оценки потока альфа-частиц в  $2\pi$  ср  $\Delta_{\varphi}$  (без учета знака) вычисляют по формуле:

$$\Delta_{\varphi} = K \cdot S_{\Sigma} \quad (11)$$

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 среднее квадратическое отклонение оценки потока альфа-частиц в 2π ср, %;

$S_{\theta} = \theta_{\Sigma} / \sqrt{3}$  - среднее квадратическое отклонение НСП;

8.1.16 Границы погрешности оценки суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в источнике (без учета знака), определенной по формуле (4), вычисляют по формуле:

$$\Delta_A = \Delta_{\varphi} + \frac{\theta_K}{\sqrt{3}} \quad (12)$$

где  $\theta_K = 0,5 \%$  - границы неисключенной систематической погрешности (НСП) оценки коэффициента перехода от потока альфа-частиц в 2π ср (внешнего излучения) к суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в источнике.

8.1.17 Результат поверки по п. 8.1 считается положительным, если значения  $\Delta_{\varphi}$  и  $\Delta_A$  составляет не более 5 % для рабочих эталонов 1 разряда и не более 7% для рабочих эталонов 2 разряда.

## 8.2 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

8.2.1 Источник ОСАИ признают соответствующим метрологическим требованиям, указанным в Таблице 1 настоящей Методики поверки, и результаты поверки признают положительными, если операции по пп. 6–8.1 выполнены с положительными результатами.

8.2.2 Источник ОСАИ признают не соответствующим метрологическим требованиям, указанным в Таблице 1 настоящей Методики поверки, и результаты поверки признают отрицательными, если хотя бы одна операция по пп. 6–8.1 выполнена с отрицательным результатом

8.2.3 Источники ОСАИ соответствуют обязательным метрологическим требованиям 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», предъявляемым к рабочим эталонам 1 и 2 разрядов, если операции поверки по п.8.1 выполнены с положительным результатом.

## **9 Оформление результатов поверки**

9.1 Все результаты заносятся в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

9.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

9.3 По письменному заявлению заказчика положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке по установленной форме.

9.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

9.5 Средство измерений, не прошедшее поверку, к обращению не допускается. По письменному заявлению заказчика на него выдается извещение о непригодности по установленной форме с указанием причин несоответствия.

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

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

Наименование средства измерения (эталона), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

**Вид поверки:**

**Методика поверки:**

**Средства поверки:**

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО в Федеральном информационном фонде	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	
Внешний фон 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

Уровень нефиксированного радиоактивного загрязнения (*ниже/выше* предельного значения).  
Результаты опробования *положительные (отрицательные)*.

## 3 Определение метрологических характеристик

Таблица 1 – Поток альфа-частиц в 2π ср и суммарная активность альфа-излучающих радионуклидов в источнике

Номер источника	Скорость счета фона, с <sup>-1</sup>	Скорость счета от источника, с <sup>-1</sup>	Поток альфа-частиц в 2π ср, с <sup>-1</sup>	Активность радионуклида, Бк
Среднее				

Таблица 2 – Относительная погрешность потока альфа-частиц в 2π ср и относительная погрешность суммарной активности альфа-излучающих радионуклидов в источнике

Номер источника	Радионуклид	Поток альфа-частиц в 2π ср, с <sup>-1</sup>	Доверительные границы относительной погрешности потока альфа-частиц в 2π ср (P=0,95), %	Активность радионуклида, Бк	Доверительные границы относительной погрешности активности (P=0,95), %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %

Результаты проверки по п. 4 *положительные (отрицательные)*.

### Заключение:

Источник ОСАИ 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 ОЕИ:**

Поверку выполнил \_\_\_\_\_

ФИО

\_\_\_\_\_

подпись

\_\_\_\_\_

Дата

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

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