

**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

М.П.

«23» октября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Спектрометры энергий рентгеновского и гамма-излучения Гаммаспек**

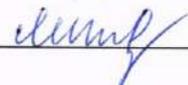
**Методика поверки**

**МП 2102-057-2025**

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

  
\_\_\_\_\_ Г.В. Жуков

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

  
\_\_\_\_\_ А.И. Литвинова

Старший научный сотрудник  
отдела измерений ионизирующих излучений  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

  
\_\_\_\_\_ В.П. Домарацкий

г. Санкт-Петербург  
2025 г.

## Содержание

1.	Общие положения .....	3
2.	Перечень операций поверки .....	3
3.	Требования к условиям проведения поверки .....	4
4.	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	4
5.	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	4
6.	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки .....	6
7.	Внешний осмотр средства измерений .....	6
8.	Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	6
9.	Проверка программного обеспечения средства измерений .....	6
10.	Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	7
10.1	Проверка диапазона энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения и определение погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность) .....	7
10.2	Определение абсолютного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 121,8 кэВ и с энергией 1332,5 кэВ .....	8
10.3	Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ от точечного источника ионизирующего излучения с радионуклидом <sup>137</sup> Cs на расстоянии 5 см от поверхности детектора на его оси .....	9
10.4	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	10
11.	Оформление результатов поверки .....	10
	Приложение А .....	11

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки (далее – МП) применяется для поверки спектрометров энергий рентгеновского и гамма-излучения Гаммаспек (далее – спектрометры), предназначенных для измерений энергий рентгеновского и гамма-излучения.

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

Таблица 1 – Метрологические требования к средству измерений

Наименование характеристики	Значение
Диапазон энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения, кэВ	от 40 до 3000
Пределы допускаемой погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	$\pm 1$
Абсолютное энергетическое разрешение, кэВ, не более	
• для модификации Гаммаспек-У	
- по линии гамма-излучения с энергией 121,8 кэВ	0,9
- по линии гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ	2,0
• для модификации Гаммаспек-О	
- по линии гамма-излучения с энергией 121,8 кэВ	1,5
- по линии гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ	2,5
Эффективность регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ от точечного источника ионизирующего излучения с радионуклидом $^{137}\text{Cs}$ на расстоянии 5 см от поверхности детектора на его оси, $\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}$ , не менее	0,005

Поверка проводится методом прямых измерений величин, воспроизводимых эталоном, и обеспечивает прослеживаемость поверяемого спектрометра к 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 «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».

Настоящая МП устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

*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. Настоящей МП не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава спектрометра.

## 2 Перечень операций поверки

Для поверки спектрометра должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции при проведении поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта МП, 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 средства измерений метрологическим требованиям:	Да	Да	10
4.1 Проверка диапазона энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения и определение погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)	Да	Да	10.1
4.2 Определение абсолютного энергетического разрешения – по линии гамма-излучения с энергией 121,8 кэВ – по линии гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ	Да	Да	10.2
4.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ от точечного источника ионизирующего излучения с радионуклидом $^{137}\text{Cs}$ на расстоянии 5 см от поверхности детектора на его оси	Да	Да	10.3

### 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86,0 до 106,7;
- внешний радиационный фон, мкЗв/ч не более 0,2.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области спектрометрии ионизирующих излучений, изучившие эксплуатационную документацию 26.51.41-004-18739214-2025 РЭ, МП и допущенные к поверке средств измерений в установленном порядке.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться эталоны и средства измерений, требования к которым указаны в таблице 3.

5.2 Все эталоны и средства измерений должны быть исправны и иметь действующие свидетельства об аттестации и действующие записи о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Таблица 3 – Требования к эталонам и средствам измерений, применяемым при поверке

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Диапазон измерений давления от 80 до 110 кПа, абсолютная погрешность измерений <math>\pm 0,3</math> кПа.</p> <p>Диапазон измерений температуры от минус 40 °С до +85 °С, абсолютная погрешность измерений <math>\pm 0,2</math> °С.</p> <p>Диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 98 %, абсолютная погрешность измерений <math>\pm 3</math> %.</p> <p>Средство измерений мощности амбиентного эквивалента дозы в диапазоне измерений от 0,1 мкЗв/ч до 1 мЗв/ч, относительная погрешность измерений не более <math>\pm 30</math> %</p>	<p>Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № в ФИФ ОЕИ 27468-04</p> <p>Дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1121, рег. № в ФИФ ОЕИ 19793-14</p>
10.1 Проверка диапазона энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения и определение погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения ОСГИ на основе радионуклидов $^{152}\text{Eu}$ , $^{88}\text{Y}$ , $^{228}\text{Th}$ активностью от 1000 до 10000 Бк	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения эталонные ОСГИ-РТ, рег. № в ФИФ ОЕИ 74005-19
п. 10.2 Определение абсолютного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 121,8 кэВ радионуклида $^{152}\text{Eu}$ и по линии гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ радионуклида $^{60}\text{Co}$	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения ОСГИ на основе радионуклидов $^{152}\text{Eu}$ и $^{60}\text{Co}$ от 1000 до 10000 Бк	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения эталонные ОСГИ-РТ, рег. № в ФИФ ОЕИ 74005-19
п. 10.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ от точечного источника ионизирующего излучения с радионуклидом $^{137}\text{Cs}$ на расстоянии 5 см от поверхности детектора на его оси	Рабочий эталон не ниже 2-го разряда по ГОСТ 8.033-2023 - источник радионуклидный закрытый фотонного излучения ОСГИ из радионуклида $^{137}\text{Cs}$ активностью от 100 до 10000 Бк, относительная погрешность воспроизведения активности не более 7 %	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения эталонные ОСГИ-РТ, рег. № в ФИФ ОЕИ 74005-19
<p><i>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i></p>		

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

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные 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)», Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденными приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г № 903н, действующими инструкциями по мерам безопасности в поверочной лаборатории, а также требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах эксплуатационной документации на средства поверки, и правила техники безопасности, действующие на данном предприятии.

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

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие эксплуатационной документации (26.51.41-004-18739214-2025 РЭ, 26.51.41-004-18739214-2025 ПС) на спектрометр;
- соответствие комплектности спектрометра требованиям эксплуатационной документации 26.51.41-004-18739214-2025 РЭ в объеме, необходимом для поверки;
- наличие действующей записи о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (о первичной или предыдущей поверке (при периодической поверке));
- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенным в описании типа;
- отсутствие повреждений спектрометра, влияющих на его метрологические характеристики;
- наличие и сохранность пломб и маркировки.

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

8.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией (26.51.41-004-18739214-2025 РЭ, 26.51.41-004-18739214-2025 ПС).

8.2 Проводят контроль условий поверки путем измерений температуры и относительной влажности окружающего воздуха, атмосферного давления, уровня внешнего радиационного фона. Полученные результаты должны соответствовать требованиям к условиям проведения поверки, указанным в п. 3 настоящей МП.

8.3 Спектрометр и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

8.4 Для опробования включают спектрометр, размещают в рабочей геометрии ОСГИ с радионуклидом, у которого в энергетическом спектре фотонного излучения присутствуют линии в диапазоне от 40 до 3000 кэВ, и проводят регистрацию энергетического спектра. В основном окне управляющей программы должен наблюдаться энергетический спектр фотонного излучения, характерный для данного радионуклида.

## **9 Проверка программного обеспечения средства измерений**

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее - ПО) спектрометра включает проверку наличия и соответствия идентификационных наименований и номеров версий программных модулей ПО.

9.2 Для проверки номера версии ПО в основном рабочем окне управляющей программы выбрать пункт меню «Справка/О программе». В открывшемся окне прочитать номер версии ПО.

9.3 Результат подтверждения соответствия ПО считается положительными, если полученные идентификационные данные соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа спектрометра и таблице 4 МП.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО спектрометра

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	SpectrumHero
Идентификационное наименование ПО	SpectrumHero.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.X
Примечания: 1. Элемент в обозначении номера версии, замененный символом «X», отвечает за метрологически незначимую часть и может принимать значения от 0 до 99. 2. Идентификационные данные ПО приведены в разделе «Свидетельство о приемке» паспорта.	

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

### 10.1 Проверка диапазона энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения и определение погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)

10.1.1 Проверку проводить в соответствии с разделом 4 документа ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров». Перед началом работ необходимо провести калибровку спектрометра в соответствии с руководством пользователя ПО SpectrumHero. Полученная калибровка должна применяться ко всем спектрам при проведении поверки.

10.1.2 Для измерений использовать спектрометрические источники типа ОСГИ на основе радионуклидов  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{88}\text{Y}$  и  $^{228}\text{Th}$ . Для определения погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности) использовать энергетические линии  $^{152}\text{Eu}$  (39,91, 121,8, 344,2, 778,9, 1112,1, 1408,0 кэВ),  $^{88}\text{Y}$  (898,04, 1836,05 кэВ) и  $^{228}\text{Th}$  (2614,6 кэВ). Допускается использование других радионуклидных источников, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 26874-86 п. 4.5.

10.1.3 Разместить в рабочей геометрии спектрометра источник ОСГИ с радионуклидом  $^{152}\text{Eu}$ .

10.1.4 Выполнить не менее 5 циклов регистрации энергетического спектра. В каждом  $i$ -м цикле регистрацию энергетического спектра продолжать, пока в пике с энергией 39,9 кэВ будет зарегистрировано не менее  $2 \cdot 10^3$  импульсов. Спектры сохранить для последующей обработки.

10.1.5 Повторить действия по пп. 10.1.3 - 10.1.4 с источниками ОСГИ с радионуклидами  $^{88}\text{Y}$  и  $^{228}\text{Th}$ . В каждом  $i$ -м цикле регистрацию энергетического спектра продолжать, пока в каждом  $j$ -м аналитическом пике будет зарегистрировано не менее  $1 \cdot 10^4$  импульсов.

10.1.6 В сохраненных по пп. 10.1.3 - 10.1.5 спектрах с помощью ПО спектрометра определить положения центроид пиков на шкале каналов  $Z_{ij}$ .

10.1.7 Для каждого пика вычислить среднее арифметическое  $Z_j$  положения центроид пиков по формуле (1):

$$Z_j = \frac{1}{10} \cdot \sum_{i=1}^{10} Z_{ij}, \quad (1)$$

где  $Z_{ij}$  - положение центроиды  $j$ -го пика в  $i$ -м цикле.

10.1.8 Методом наименьших квадратов, используя экспериментальные значения положения центроид пиков  $Z_j$  и соответствующие им справочные данные энергий фотонов  $E_{0j}$ , аппроксимировать характеристику преобразования спектрометра линейной зависимостью вида  $E = A \cdot Z + B$ .

10.1.9 По полученной характеристике преобразования рассчитать экспериментальные значения энергий  $E_j$ , соответствующие положениям центроид пиков  $Z_j$ , сравнить их с энергиями  $E_{0j}$  и определить отклонения по формуле (2):

$$\Delta E_j = |E_j - E_{0j}|, \quad (2)$$

где  $E_j$  - экспериментальное значение энергии, соответствующее положению центроиды  $j$ -го пика, кэВ;

$E_{0j}$  - справочное значение энергии, соответствующее положению центроиды  $j$ -го пика, кэВ.

10.1.10 Погрешность характеристики преобразования (интегральную нелинейность) в % определить по формуле (3):

$$ИНЛ = \frac{\Delta E_{\max}}{E_{\max}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $\Delta E_{\max}$  - максимальное отклонение из полученных по п. 10.1.9, кэВ;

$E_{\max}$  = верхняя граница измеряемого диапазона энергий, равная 3000 кэВ.

10.1.11 Результат поверки по п. 10.1 считается положительным, если в диапазоне энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения от 40 до 3000 кэВ полученное значение погрешности характеристики преобразования (ИНЛ) не превышает 1 %.

## 10.2 Определение абсолютного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 121,8 кэВ и по линии гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ

10.2.1 Проверку проводить в соответствии с разделом 3 документа ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров».

10.2.2 Разместить в рабочей геометрии спектрометра источник ОСГИ с радионуклидом  $^{152}\text{Eu}$ . Активность источника должна обеспечивать статистическую загрузку спектрометра до  $1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ .

10.2.3 Выполнить не менее пяти циклов регистрации энергетического спектра. Регистрацию энергетического спектра продолжать до того момента, пока в пике, соответствующем энергии фотонного излучения 121,8 кэВ, будет зарегистрировано не менее  $1 \cdot 10^4$  импульсов. Спектры сохранить для последующей обработки.

10.2.4 В каждом спектре с помощью ПО SpectrumНого определить абсолютное разрешение  $R_i$ , кэВ, для пика с энергией 121,8 кэВ.

10.2.5 Вычислить абсолютное энергетическое разрешение спектрометра  $R_{\text{абс}}$ , кэВ, как среднее арифметическое значений  $R_i$  по формуле (4):

$$R_{\text{абс}} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^{10} R_i, \quad (4)$$

где  $R_i$  - абсолютное энергетическое разрешение для пика с энергией 121,8 кэВ в  $i$ -м спектре, кэВ;

$N$  - число циклов регистрации спектра.

10.2.6 Повторить действия по пп. 10.2.2 – 10.2.5 для линии 1332,5 кэВ радионуклида  $^{60}\text{Co}$ .

10.2.7 Результат поверки по п. 10.2 считается положительным, если полученные значения  $R_{\text{абс}}$  не превышают:

- для модификации Гаммаспек-У
  - по линии гамма-излучения с энергией 121,8 кэВ 0,9
  - по линии гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ 2,0
- для модификации Гаммаспек-О
  - по линии гамма-излучения с энергией 121,8 кэВ 1,5
  - по линии гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ 2,5

**10.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ от точечного источника ионизирующего излучения с радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$  на расстоянии 5 см от поверхности детектора на его оси**

10.3.1 Определение эффективности регистрации проводить в соответствии с разделом 4а документа ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров».

10.3.2 Провести измерение фона в течение времени экспозиции не менее 1800 с.

10.3.3 Источник с радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$  должен быть размещен на расстоянии 5 см от поверхности детектора на его оси.

10.3.4 Выполнить десять циклов регистрации энергетического спектра. Регистрацию энергетического спектра продолжать до того момента, пока в пике, соответствующем энергии гамма-излучения 661,66 кэВ, будет зарегистрировано не менее  $1 \cdot 10^4$  импульсов.

10.3.5 В каждом спектре с помощью ПО SpectrumНеро определить скорость счета в пике полного поглощения энергии 661,66 кэВ  $n_i$ ,  $\text{с}^{-1}$ , и вычислить эффективность регистрации  $\varepsilon_i$ , имп/квант, по формуле (5):

$$\varepsilon_i = \frac{n_i - n_f}{A}, \quad (5)$$

где  $n_i$  - скорость счета в пике полного поглощения энергии 661,66 кэВ при  $i$ -том измерении,  $\text{с}^{-1}$ ;

$n_f$  - скорость счета импульсов фона,  $\text{с}^{-1}$ ;

$A$  - активность источника на момент измерения, Бк.

10.3.6 Вычислить среднее значение эффективности регистрации  $\bar{\varepsilon}$ , имп/квант, по формуле (6):

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{10} \cdot \sum_{i=1}^{10} \varepsilon_i, \quad (6)$$

где  $\varepsilon_i$  - эффективность регистрации при  $i$ -том измерении.

10.3.7 Вычислить относительное среднее квадратическое отклонение  $S_{\varepsilon}^-$ , %, по формуле (7):

$$S_{\varepsilon}^- = \frac{1}{\bar{\varepsilon}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{(m-1) \cdot m}} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где  $\varepsilon_i$  - эффективность регистрации при  $i$ -том измерении;

$\bar{\varepsilon}$  - среднее значение эффективности регистрации;

$m$  - число наблюдений.

10.3.8 Вычислить относительную погрешность определения эффективности регистрации,  $\delta_{\bar{\varepsilon}}$ , %, по формуле (8):

$$\delta_{\bar{\varepsilon}} = \frac{(\delta_A + t_m \cdot S_{\varepsilon}^-)}{\sqrt{\frac{1}{3} \delta_A^2 + S_{\varepsilon}^-}} \cdot \sqrt{S_{\varepsilon}^2 + \frac{1}{3} \delta_A^2}, \quad (8)$$

где  $\delta_A$  - относительная погрешность аттестации активности эталона, %;

$S_{\varepsilon}^-$  - относительное среднее квадратическое отклонение, %;

$t_m$  - коэффициент Стьюдента для  $m$  наблюдений и  $P=0,95$  ( $t_{10}=2,3$  для 10 наблюдений).

10.3.9 Вычислить абсолютную погрешность определения эффективности регистрации  $\Delta\bar{\epsilon}$ ,  $\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}$ , по формуле (9):

$$\Delta\bar{\epsilon} = \frac{\delta_{\bar{\epsilon}} \cdot \bar{\epsilon}}{100 \%}, \quad (9)$$

где  $\delta_{\bar{\epsilon}}$  - относительная погрешность определения эффективности регистрации, %;

$\bar{\epsilon}$  - среднее значение эффективности регистрации,  $\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}$ .

10.3.10 Результат поверки по 10.3 считается положительным, если полученное значение эффективности регистрации с учетом погрешности ( $\bar{\epsilon} - \Delta\bar{\epsilon}$ ) составляет не менее  $0,005 \text{ с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}$ .

#### 10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.4.1 Спектрометр признают соответствующим метрологическим требованиям, указанным в Описании типа, и результаты поверки признают положительными, если операции по пп. 7–10 выполнены с положительными результатами.

10.4.2 Спектрометр признают не соответствующим метрологическим требованиям, указанным в описании типа, и результаты поверки признают отрицательными, если хотя бы одна операция по пп. 7–10 выполнена с отрицательным результатом.

### 11 Оформление результатов поверки

11.1 Все результаты заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

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

11.3 По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке по установленной форме.

11.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.5 Средство измерений, не прошедшее поверку, к обращению не допускается. По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, на него выдается извещение о непригодности по установленной форме с указанием причин несоответствия.

Приложение А  
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

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

Наименование средства измерений, тип	Спектрометр энергий рентгеновского и гамма-излучения Гаммаспек
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений	
Серийный номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (если имеются)	
Дата предыдущей поверки	

**Вид поверки:**

**Методика поверки:**

**Средства поверки:**

Наименование и регистрационные номера эталона, средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений	Метрологические характеристики	Примечание

**Условия поверки:**

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

**Результаты поверки**

**1 Внешний осмотр средства измерений**

Руководство по эксплуатации *имеется (не имеется)*.

Комплектность спектрометра *соответствует (не соответствует)* требованиям руководства по эксплуатации в объеме, необходимом для проведения поверки.

Повреждения спектрометра, влияющие на его метрологические характеристики, *отсутствуют (присутствуют)*.

Пломбы и маркировка *присутствуют и не имеют повреждений (отсутствуют, повреждены)*.

Вывод: результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

**2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

Условия окружающей среды *удовлетворяют (не удовлетворяют)* требованиям методики поверки.

Спектрометр исправен (не исправен).

Результаты опробования положительные (отрицательные).

### 3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)

Результаты подтверждения соответствия ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты подтверждения соответствия ПО

Идентификационные данные (признаки)	Паспорт спектрометра	Результат поверки
Наименование ПО		
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер) ПО		

Результаты подтверждения соответствия ПО положительные (отрицательные).

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

4.1 Проверка диапазона энергий регистрируемого рентгеновского и гамма-излучения и определение погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)

Таблица 2 – Результаты измерений положений центроид пиков и интегральной нелинейности

Энергия пика, кэВ	При нормальных условиях		
	Положение центроиды пика $Z_j$	Расчетное значение энергии $E_j$ , кэВ	$\Delta E_j$ , кэВ
39,91			
121,80			
344,28			
898,04			
1408,01			
1836,05			
2614,51			
Характеристика преобразования: $E = ( \quad \cdot Z + \quad )$ кэВ			
Интегральная нелинейность ИНЛ = $\quad$ %. Предельное значение ИНЛ –1,0 %			
Диапазон энергий от $\quad$ до $\quad$ кэВ			

Результаты проверки по п. 4.1 положительные (отрицательные)

4.2 Определение абсолютного энергетического разрешения

Таблица 3 – Результаты определения абсолютного энергетического разрешения

№ измерения	Измеренное абсолютное энергетическое разрешение, кэВ	
	$E_1 = 121,8$ кэВ	$E_2 = 1332,5$ кэВ
1		
.....		
5		
Абсолютное энергетическое разрешение $R_{абс}$ , кэВ		
Допустимое значение абсолютного энергетического разрешения, кэВ, не более		
• для модификации Гаммаспек-У	0,9	2,0
• для модификации Гаммаспек-О	1,5	2,5

