

**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

«05» ноября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Спектрометры энергии гамма-излучения Эларис

Методика поверки

МП 2102-061-2025


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	4
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 гамма-излучения и определение погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)	7
10.2	Определение относительного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ радионуклида ¹³⁷ Cs	8
10.3	Определение относительной эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ для радионуклида ⁶⁰ Co для точечной геометрии измерений на расстоянии источник – детектор 250 мм относительно эффективности регистрации кристалла NaI(Tl) с размерами диаметр 76,5 мм, высота 76,5 мм	8
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 энергии гамма-излучения Эларис (далее – спектрометры), предназначенных для измерений энергий, испускаемых радионуклидами фотонов.

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 гамма-излучения, кэВ	от 50 до 3000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	$\pm 0,07$
Относительное энергетическое разрешение по линии гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ (^{137}Cs), %, не более	1,1
Относительная эффективность регистрации в пике полного поглощения с энергией 1332,5 кэВ радионуклида ^{60}Co для точечной геометрии измерений на расстоянии источник - детектор 250 мм относительно эффективности регистрации кристалла NaI(Tl) с размерами диаметр 76,5 мм, высота 76,5 мм, %, не менее	1,5

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 гамма-излучения и определение погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)	Да	Да	10.1
4.2 Определение относительного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ радионуклида ^{137}Cs	Да	Да	10.2
4.3 Определение относительной эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ для радионуклида ^{60}Co для точечной геометрии измерений на расстоянии источник - детектор 250 мм относительно эффективности регистрации кристалла NaI(Tl) с размерами диаметр 76,5 мм, высота 76,5 мм	Да	Да	10.3
4.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.4

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 26.51.41-005-18739214-2025 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 $\pm 0,3$ кПа.</p> <p>Диапазон измерений температуры от минус 40 °С до +85 °С, абсолютная погрешность измерений $\pm 0,2$ °С.</p> <p>Диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 98 %, абсолютная погрешность измерений ± 3 %.</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 ± 30 %</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 гамма-излучения и определение погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения ОСГИ на основе радионуклидов ^{241}Am , ^{152}Eu , ^{88}Y , ^{228}Th активностью от 100 до 10000 Бк	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения эталонные ОСГИ-РТ, рег. № в ФИФ ОЕИ 74005-19
п. 10.2 Определение относительного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ радионуклида ^{137}Cs	Источник радионуклидный закрытый фотонного излучения ОСГИ на основе радионуклида ^{137}Cs от 100 до 10000 Бк	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения эталонные ОСГИ-РТ, рег. № в ФИФ ОЕИ 74005-19
п. 10.3 Определение относительной эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ для радионуклида ^{60}Co для точечной геометрии измерений на расстоянии источник - детектор 250 мм относительно эффективности регистрации кристалла NaI(Tl) с размерами диаметр 76,5 мм, высота 76,5 мм	Рабочий эталон не ниже 2-го разряда по ГОСТ 8.033-2023 - источник радионуклидный закрытый фотонного излучения ОСГИ из радионуклида ^{60}Co активностью от 10 до 1000 кБк, относительная погрешность воспроизведения активности не более 7 %	Источники радионуклидные закрытые фотонного излучения эталонные ОСГИ-РТ, рег. № в ФИФ ОЕИ 74005-19
<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>		

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 (26.51.41-005-18739214-2025 РЭ, 26.51.41-005-18739214-2025 ПС) на спектрометр;
- соответствие комплектности спектрометра требованиям эксплуатационной документации 26.51.41-005-18739214-2025 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 (26.51.41-005-18739214-2025 РЭ, 26.51.41-005-18739214-2025 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 источник ОСГИ с радионуклидом, у которого в энергетическом спектре фотонного излучения присутствуют линии в диапазоне от 50 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 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 фотонного излучения типа ОСГИ на основе радионуклидов ^{241}Am , ^{152}Eu , ^{88}Y и ^{228}Th . Для определения погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности) использовать линии гамма-излучения ^{241}Am (59,54 кэВ), ^{152}Eu (121,8, 344,2, 1408,0 кэВ), ^{88}Y (898,04, 1836,05 кэВ) и ^{228}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 ^{241}Am .

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 59,54 кэВ будет зарегистрировано не менее $1 \cdot 10^4$ импульсов. Спектры сохранить для последующей обработки.

10.1.5. Повторить действия по пп. 10.1.3 - 10.1.4 с источниками ОСГИ с радионуклидами ^{152}Eu , ^{88}Y и ^{228}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 гамма-излучения 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 ΔE_{\max} – максимальное по абсолютной величине 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 гамма-излучения от 50 до 3000 кэВ полученное значение погрешности характеристики преобразования (ИНЛ) не превышает $\pm 0,07$ %.

10.2. Определение относительного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661,66 кэВ радионуклида ^{137}Cs

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 ^{137}Cs . Активность источника должна обеспечивать статистическую загрузку спектрометра до $1 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$.

10.2.3. Выполнить не менее пяти 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. Спектры сохранить для последующей обработки.

10.2.4. В каждом спектре с помощью ПО SpectrumHero определить относительное разрешение R_i , %, для пика с энергией 661,66 кэВ.

10.2.5. Вычислить относительное энергетическое разрешение спектрометра $R_{\text{отн}}$, %, как среднее арифметическое значений R_i по формуле (4):

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

где R_i - относительное энергетическое разрешение для пика с энергией 661,66 кэВ в i -м спектре, кэВ;

N – число циклов регистрации спектра.

10.2.6. Результат поверки по п. 10.2 считается положительным, если полученные значения $R_{\text{отн}}$ не превышают 1,1 %.

10.3. Определение относительной эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 1332,5 кэВ для радионуклида ^{60}Co для точечной геометрии измерений на расстоянии источник - детектор 250 мм относительно эффективности регистрации кристалла NaI(Tl) с размерами диаметр 76,5 мм, высота 76,5 мм

10.3.1. Определение относительной 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. Установить эталонный источник ОСГИ с радионуклидом ^{60}Co на расстоянии 250 мм от поверхности детектора на его оси. Активность источника должна обеспечивать статистическую загрузку спектрометра не более $5 \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$.

10.3.4. Выполнить десять циклов регистрации энергетического спектра. Регистрацию энергетического спектра продолжать до того момента, пока в пике, соответствующем энергии

гамма-излучения 1332,5 кэВ, будет зарегистрировано не менее $1 \cdot 10^4$ импульсов. Сохранить спектры для дальнейшей обработки.

10.3.5. В каждом спектре с помощью ПО SpectrumHero определить скорость счета в пике полного поглощения энергии 1332,5 кэВ и вычислить эффективность регистрации ε_i , имп/квант, по формуле (5):

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

где n_i - скорость счета в пике полного поглощения энергии 1332,5 кэВ при i -том измерении, с^{-1} ;

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

A - активность источника на момент измерения, Бк;

η - Вероятность эмиссии гамма-квантов на распад, квант/распад.

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 ε_i - эффективность регистрации при i -том измерении, имп/квант.

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

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

где ε_i - эффективность регистрации при i -том измерении, имп/квант;

$\bar{\varepsilon}$ - среднее значение эффективности регистрации, имп/квант;

m - число наблюдений.

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

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

где δ_A - относительная погрешность аттестации активности эталона, %;

$S_{\bar{\varepsilon}}$ - 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 относительную эффективность регистрации детектора ξ , %, как отношение определенной по п. 10.3.6 эффективности регистрации детектора, $\bar{\varepsilon}$, имп/квант, к эффективности регистрации гамма-квантов с энергией 1332,5 кэВ в пике полного поглощения стандартного детектора NaI(Tl) (диаметр 76,5 мм, высота 76,5 мм) при той же геометрии измерения (0,0012 имп./квант) по формуле (9):

$$\xi = \frac{\bar{\varepsilon}}{0,0012} \cdot 100 \%, \quad (9)$$

где $\bar{\varepsilon}$ - среднее значение эффективности регистрации детектора, имп/квант.

10.3.10. Вычислить абсолютную погрешность определения относительной эффективности регистрации, $\Delta \xi$, %, по формуле (10):

$$\Delta\xi = \frac{\delta_{\xi} \cdot \xi}{100 \%}, \quad (10)$$

где ξ - относительная эффективность регистрации детектора, %;

δ_{ξ} - относительная погрешность определения эффективности регистрации, %.

10.3.11. Результат поверки по п. 10.3 считается положительным, если полученное значение относительной эффективности регистрации с учетом погрешности ($\xi - \Delta\xi$) составляет не менее 1,5 %.

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 передают 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 энергии гамма-излучения Эларис
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 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	ΔE_j , кэВ
59,54			
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 – 0,07 %			
Диапазон энергий от \quad до \quad кэВ			

Результаты проверки по п. 4.1 *положительные (отрицательные)*.

4.2 Определение относительного энергетического разрешения

Таблица 3 – Результаты определения относительного энергетического разрешения

№ измерения	Измеренное относительное энергетическое разрешение, R_i , %
1	
.....	
5	
Относительное энергетическое разрешение $R_{отн}$, %	
Нормированное значение относительного энергетического разрешения, не более 1,1 %	

