



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»  
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ  
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ «МУЛЬТИРАД-ГАММА»  
С БЛОКОМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ БДКС-38-02А

Методика поверки

РТ-МП-480-03-2025

г. Москва  
2025 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки предназначена для проведения первичной и периодической поверки установок спектрометрических «МУЛЬТИРАД-гамма» с блоком детектирования БДКС-38-02А (далее по тексту – установки).

1.2 Первичная поверка осуществляется при вводе в эксплуатацию, периодическая поверка производится в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы активности радионуклидов радионуклидных источников в соответствии с Государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.033-2023 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 6-2016;

- передача единицы мощности амбиентного эквивалента дозы 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, утвержденной приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2314, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 8-2019.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемых установок используется метод прямых измерений.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции 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	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения (ПО)	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

## 3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 Поверка должна проводиться при соблюдении нормальных условий поверки по ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

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

3.2 Перед началом поверки выдержать установку в нормальных условиях 2 ч.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверку могут выполнять специалисты, имеющие необходимую квалификацию в области ядерной физики, методов регистрации ионизирующего излучения, метрологического обеспечения средств измерений ионизирующих излучений и изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое оборудование и средства поверки.

4.2 Специалисты должны знать требования «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» (СП 2.6.1.2612-10) и быть допущенными к работе с источниками ионизирующих излучений в качестве персонала (группа А).

4.3 Поверка проводится одним специалистом.

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры в диапазоне от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью ±1 °C Средства измерений относительной влажности в диапазоне от 20 % до 90 % с абсолютной погрешностью ±2 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью ±0,5 кПа Средства измерений естественного радиационного фона от 0,1 мЗв/ч до 0,5 мЗв/ч, ПГ ± 20 %	Термогигрометр автономный ИВА-6 рег. № 82393-21 Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ123 рег. № 19793-19
п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ 8.033-2023 – радионуклидный источник фотонного излучения ОСГИ с радионуклидом $^{137}\text{Cs}$ активность от 1 до 30 кБк, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения ±4 % Рабочий эталон 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2314 - установка дозиметрическая мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения с источником $^{137}\text{Cs}$ , диапазон измерений МАЭД от 0,1 мЗв/ч до 0,1 мЗв/ч, доверительные границы относительной погрешности от 5 % до 8 % при Р=0,95 Калибровочный источник $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$ (или $^{22}\text{Na}$ ) Дистансерное устройство	Источники фотонного ионизирующего излучения радионуклидные закрытые ОСГИ-А Рег. № 58304-14 Установки для поверки дозиметров гамма-излучения переносные УПГДС-ЗД Рег. № 80041-20 Из комплекта установки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другие вспомогательные средства		

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 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)».

6.2 Поверители должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в «Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок», а также приведенными в эксплуатационной документации на средства поверки и проверяемые средства измерений.

Примечание – При использовании настоящей методики поверки целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет. Если заменен ссылочный нормативный документ, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений.

## 7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие эксплуатационной документации;
- достаточность комплектации установки для проведения поверки;
- отсутствие на оборудовании загрязнений и механических повреждений, влияющих на его работу;
- наличие маркировки (тип и заводской номер);
- целостность пломб и отсутствие следов несанкционированного вскрытия проверяемого средства измерений.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если: средство измерений поступило в поверку в комплекте с эксплуатационной документацией, комплектация достаточна для проведения поверки, отсутствуют дефекты, влияющие на работу, имеется необходимая маркировка, пломбы целы, отсутствуют следы несанкционированного вскрытия.

7.2 При обнаружении несоответствий согласно п.7.1 поверка прекращается.

## 8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовка к поверке включает контроль условий поверки на соответствие п.3.1 и включает в себя измерение температуры окружающего воздуха, относительной влажности, атмосферного давления и уровня естественного радиационного фона. Результаты измерений занести в протокол поверки.

8.2 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на используемые средства поверки.

8.3 При опробовании установки необходимо провести энергетическую калибровку установки и измерение фона.

8.4 Опробование установки проводят по истечении времени установления рабочего режима с использованием контрольного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$  (или  $^{22}\text{Na}$ ).

### 8.5. Энергетическая калибровка

8.5.1 Энергетическую калибровку проводят с использованием калибровочного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$  (или  $^{22}\text{Na}$ ) и ПО «ПРОГРЕСС-5».

8.5.2 Для проведения энергетической калибровки необходимо провести следующие операции:

- в меню «АВТОПИЛОТ» выбрать задачу «ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КАЛИБРОВКА»;
  - установить на блок детектирования калибровочный источник  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$  (или  $^{22}\text{Na}$ );
  - запустить измерение в режиме энергетической калибровки в соответствии с пунктом 2.1 документа «Программное обеспечение спектрометрических и радиометрических измерительных комплексов «ПРОГРЕСС-5». Руководство оператора».
- 8.5.3 При нормальном функционировании прибора на экране отображается спектrogramма, подобная приведенной на рисунке 1 - для калибровочного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$  или на рисунке 2 - для калибровочного источника  $^{22}\text{Na}$ .

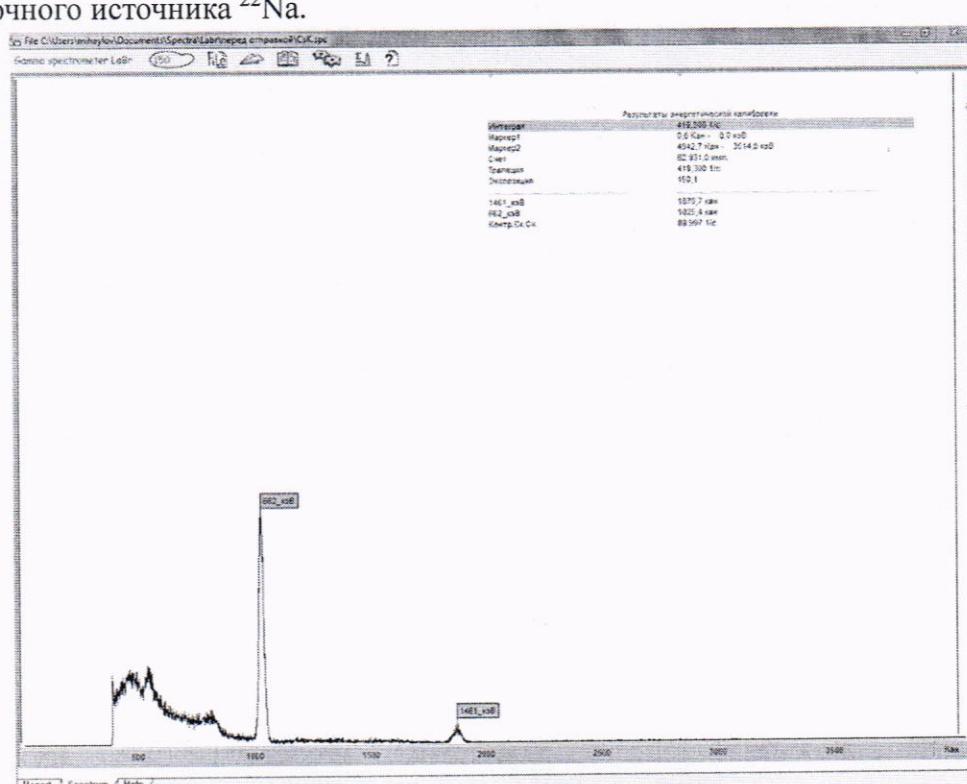


Рисунок 1 – Аппаратурный спектр калибровочного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$

8.5.4 По истечении 150 с набор спектра автоматически прекращается. На спектrogramме флагками отмечаются максимумы пиков полного поглощения излучения:

- для калибровочного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$  с энергией 662 кэВ и 1461 кэВ;
  - для калибровочного источника  $^{22}\text{Na}$  с энергией 511 кэВ и 1275 кэВ,
- указываются соответствующие им номера каналов анализатора, а также скорость счета в определенном энергетическом диапазоне.

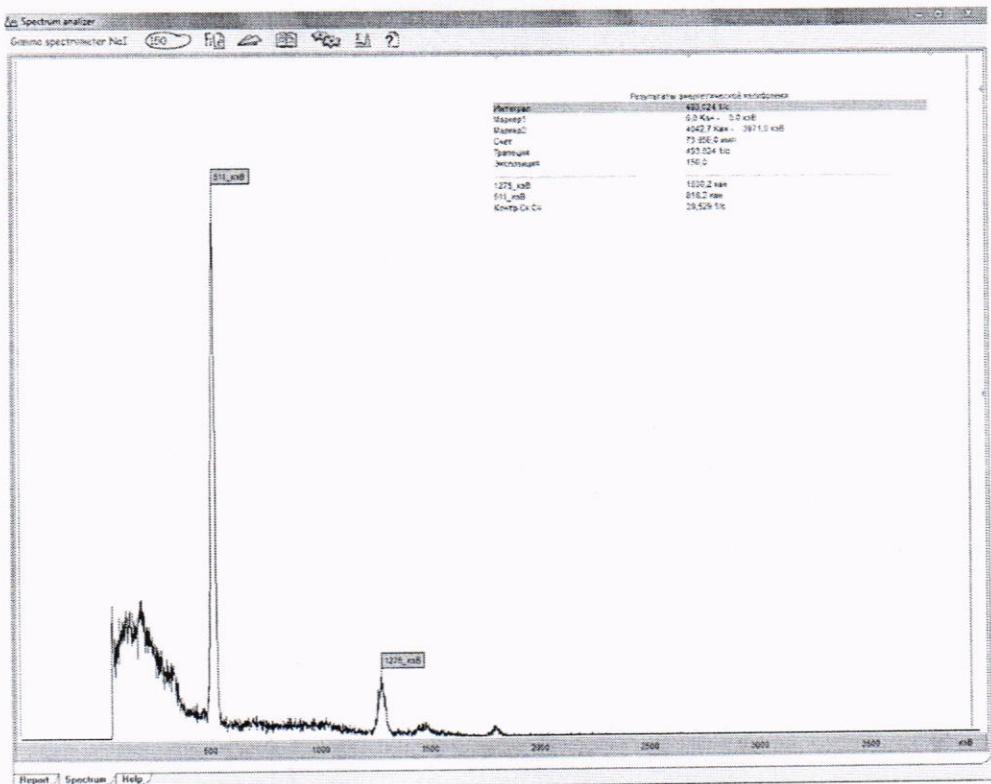


Рисунок 2 – Аппаратурный спектр калибровочного источника  $^{22}\text{Na}$

8.5.5 По результатам энергетической калибровки сделать следующие записи:

- для калибровочного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$  в строке 1 в таблице 3 занести номера каналов в столбцы «Позиция репера 662 кэВ» и «Позиция репера 1461 кэВ», соответствующие значениям энергии ППП, а в столбец «Контрольная скорость счета» – значение контрольной скорости счета.

- для калибровочного источника  $^{22}\text{Na}$  в строке 1 в таблице 4 занести номера каналов в столбцы «Позиция репера 511 кэВ» и «Позиция репера 1275 кэВ», соответствующие значениям энергии ППП, а в столбец «Контрольная скорость счета» – значение контрольной скорости счета.

8.5.6 Провести не менее пяти последовательных измерений калибровочного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$  (или  $^{22}\text{Na}$ ), заполняя по их результатам строки таблицы 3 или 4.

Таблица 3 – Результаты энергетической калибровки с использованием калибровочного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$

№ измерения	Позиция репера 662 кэВ	Позиция репера 1461 кэВ	Контрольная скорость счета
1			
2			
3			
4			
5			Cр.

Таблица 4 – Результаты энергетической калибровки с использованием калибровочного источника  $^{22}\text{Na}$

№ измерения	Позиция репера 511 кэВ	Позиция репера 1275 кэВ	Контрольная скорость счета
1			
2			
3			
4			
5			
			Cp.

### 8.5.7 Измерение фона

8.5.7.1 Измерение фона проводят с использованием ПО «ПРОГРЕСС-5».

8.5.7.2 При измерении фона необходимо провести следующие операции:

- убрать калибровочный источник с блока детектирования;
- установить дистансерное устройство;
- в меню «АВТОПИЛОТ» выбрать задачу «ИЗМЕРЕНИЕ ФОНА»;
- установить время экспозиции не менее 1800 с;
- нажать «ПРОДОЛЖИТЬ».

В процессе измерения программа выводит на экран значения скорости счета в контрольных интервалах для текущего измерения спектра фона и для предыдущего измерения фона (в скобках).

8.5.7.3 Если скорость счета хотя бы в одном из контрольных интервалов отличается от измеренного ранее значения более чем на величину, соответствующую введенному в программу критерию, программа выдает предупреждение об изменении фонового спектра.

В этом случае следует устранить причину, вызвавшую изменение фона спектрометра, и провести два последовательных измерения фона в соответствии с пунктом 8.5.7.2.

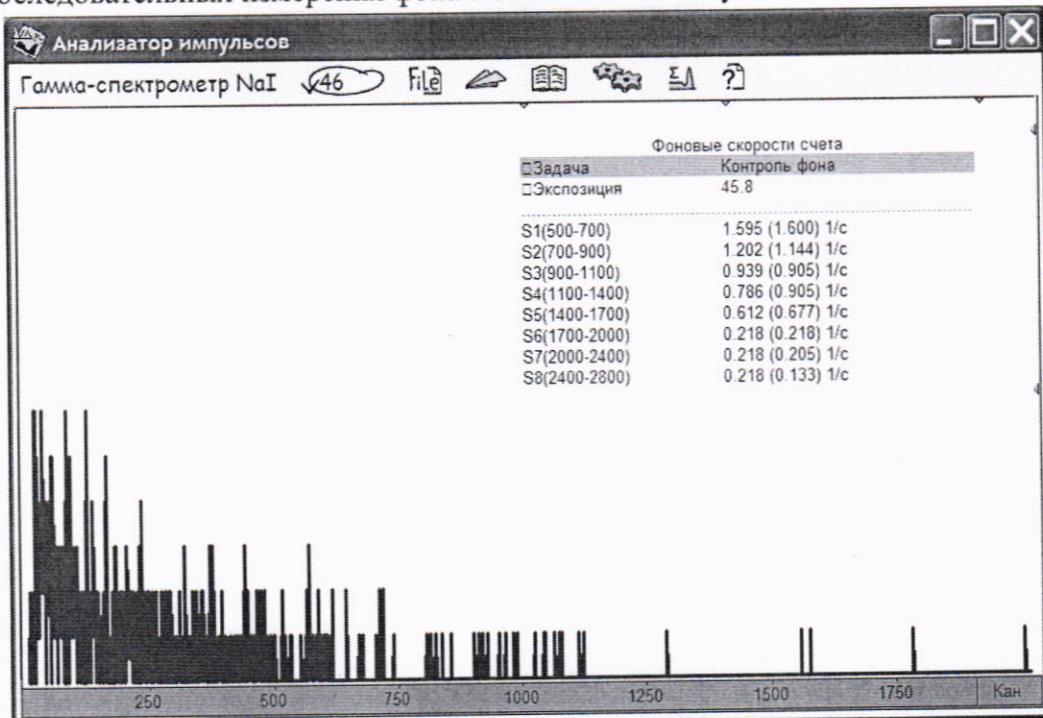


Рисунок 3 – Фоновый спектр

8.5.7.4 Если скорость счета хотя бы в одном из контрольных интервалов отличается от измеренного ранее значения более чем на величину, соответствующую введенному в программу критерию, программа выдает предупреждение об изменении фонового спектра.

В этом случае следует устранить причину, вызвавшую изменение фона спектрометра, и провести два последовательных измерения фона в соответствии с пунктом 8.5.7.2.

8.5.7.5 При отсутствии предупреждения об изменении фонового спектра по окончании набора следует занести результаты измерения фона в таблицу 5.

Таблица 5 - Результаты измерений фона

	Скорости счета в интервалах, имп/с							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Фоновый спектр								
Фоновый спектр, измеренный ранее								

Результаты опробования считаются положительными, если:

- позиции реперов отличаются от полученных при предыдущей поверке не более чем на 20 %, а контрольная скорость счета в таблицах 4 и 5 - не более чем на 10 %;
- программа не выдает предупреждение об изменении фонового спектра.

## 9 Проверка программного обеспечения

9.1 Провести идентификацию данных программного обеспечения установки. Идентификационные данные проверяют по способам визуализации идентификационных данных используемого программного обеспечения, описанным в руководствах пользователя ПО «ПРОГРЕСС-5» и/или LSRM SpectraLineXX, которые должны соответствовать приведенным в таблице 6.

Таблица 6 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
ПО LSRM SpectraLineXX	
Идентификационное наименование ПО	SpectraLineXX где XX – BG или Handy
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.6.XXXX где XXXX - метрологически незначимая часть
Цифровой идентификатор ПО	-
ПО «ПРОГРЕСС-5»	
Идентификационное наименование ПО	«ПРОГРЕСС-5»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v. 13X где X - метрологически незначимая часть
Цифровой идентификатор ПО	-

Результаты идентификации программного обеспечения считаются положительными, если идентификационные данные встроенного и прикладного программного обеспечения соответствуют указанным в таблице 6 и описаний типа средства измерений.

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

### 10.1 Определение относительной погрешности измерений активности радионуклидов

10.1.1 При проведении поверки используют источник ОСГИ с радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$  и ПО «ПРОГРЕСС-5».

10.1.2 Устанавливают источник ОСГИ в дистансерное устройство на расстояние 250 мм от торцевой поверхности блока детектирования. Производят набор спектра за время экспозиции 30 мин.

10.1.3 Проводят расчет активности при использовании ПО «ПРОГРЕСС-5».

10.1.4 Относительную погрешность измерений активности определяют по формуле (10.1)

$$\delta_A = \frac{A_u - A_0}{A_0} \cdot 100 + 0,5 \cdot \delta_{A0} \quad (10.1)$$

где:

$A_0$  - значение активности источника ОСГИ ( $^{137}\text{Cs}$ ), приведенное на дату измерений, Бк;

$\delta_{A0}$  - относительные доверительные границы погрешности измерения активности при доверительной вероятности 0,95 источника ОСГИ  $^{137}\text{Cs}$  из протокола поверки, %;

$A_u$  - измеренное значение активности, Бк.

Результаты проверки считаются положительными, если рассчитанное значение относительной погрешности измерений активности находится в пределах  $\pm 10\%$ .

### 10.2 Проверка диапазона измерений МАЭД и определение относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения

10.2.1 Проверку при измерении МАЭД гамма-излучения проводят на установке дозиметрической гамма-излучения с источником  $^{137}\text{Cs}$ , поверенной/аттестованной по мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в качестве рабочего эталона не ниже 2-го разряда.

10.2.2 Для проверки диапазона измерений проводят определение относительной погрешности измерений МАЭД.

Для этого необходимо выбрать, как минимум, три точки  $j$  со значениями МАЭД в начале, середине и конце диапазона измерений установки от 0,1 до 100 мкЗв/ч.

10.2.3 Для проверки провести следующие операции:

1) поместить блок детектирования поверяемой установки на дозиметрическую установку таким образом, чтобы центр чувствительной области датчика располагался на центральной оси пучка гамма-излучения на расстоянии от центра источника, соответствующем значению МАЭД в  $j$ -й измеряемой точке;

2) включить поверяемую установку;

3) подвергнуть поверяемую установку облучению, считать показания МАЭД;

4) провести не менее трёх измерений ( $i=3$ ) МАЭД в каждой  $j$ -й точке.

5) вычислить среднее арифметическое значение измеренных величин

$\dot{H}_{cpj}^*$ , мкЗв·ч $^{-1}$ , для каждой точки контроля по формуле (10.2)

$$\dot{H}_{cpj}^* = \frac{\sum_{i=1}^3 \dot{H}_i^*}{3} \quad (10.2)$$

6) рассчитать относительную погрешность измерения для каждой точки контроля  $\delta_j$  в процентах по формуле (10.3)

$$\delta_j = 1,1 \cdot \sqrt{\left( \frac{\dot{H}_{\text{cp}j}^* - \dot{H}_{oj}^*}{\dot{H}_{oj}^*} \cdot 100 \right)^2 + \frac{\delta_{\Pi}^2}{3}}, \quad (10.3)$$

где:  $\dot{H}_{oj}^*$  – значение МАЭД, воспроизведенное поверочной установкой в  $j$ -ой точке,  $\text{мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1}$ ;

$\delta_{\Pi}$  – относительные доверительные границы погрешности при вероятности 0,95 воспроизведения МАЭД гамма-излучения поверочной установкой (из протокола поверки/аттестации установки), %.

Результаты проверки считаются положительными, если ни одно из значений относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения не выходит за пределы  $\pm 20\%$ .

### 10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Установка соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если при выполнении операций поверки по определению метрологических характеристик по пунктам 10.1-10.2 настоящей методики были получены положительные результаты.

В этом случае результаты поверки установки считаются положительными.

## 11 Оформление результатов поверки

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

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.4 Все результаты заносятся в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

11.5 На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают скорость счета от контрольного источника  $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$  (или  $^{22}\text{Na}$ ), полученную при энергетической калибровке установки.

Начальник лаборатории  
Менделеевского филиала ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

И. В. Акимов

**Приложение А**  
*(рекомендуемое)*

**Протокол поверки**

**A.1 Поверяемый прибор:** Установки спектрометрические «МУЛЬТИРАД-гамма» с блоком детектирования БДКС-38-02А, зав. номер \_\_\_\_\_, выпущенный (отремонтированный) \_\_\_\_\_ (дата выпуска или ремонта)

\_\_\_\_\_ (предприятие-изготовитель или ремонтное предприятие)  
принадлежащий \_\_\_\_\_ (наименование организации)

Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений: \_\_\_\_\_.

**A.2 Условия поверки:**

Температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °C;  
Атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа;  
Относительная влажность \_\_\_\_\_ %

**A.3 Средства измерений и вспомогательное оборудование:**

- гамма-источники из комплекта ОСГИ № \_\_\_\_\_  
наименование эталонного источника

свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_, действительно до \_\_\_\_\_ г.

- установка поверочная дозиметрическая \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_  
наименование установки  
- термогигрометр \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_  
- дозиметр гамма-излучения \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_.

**A.4 Результат поверки**

A.4.1 Результат внешнего осмотра \_\_\_\_\_

A.4.2 Результаты опробования \_\_\_\_\_

**A.4.2.1 Результаты энергетической калибровки**

№ измерения	Позиция репера кэВ	Позиция репера кэВ	Контрольная скорость счета
1			
2			
3			
4			
5			ср.

#### A.4.2.2 Результаты измерений фона

	Скорости счета в интервалах, имп/с							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Фоновый спектр								
Фоновый спектр, измеренный ранее								

#### A.4.2.3 Результаты проверки ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	
Цифровой идентификатор ПО	-

#### A.4.3 Результаты определения относительной погрешности измерений активности радионуклидов

Таблица А.4.3

$A_0$ , Бк	$A_u$ , Бк	$\delta_{A0}$ , %	$\delta$ , %	$\delta_{нормиров.}$ , %
				$\pm 10$

#### A.4.4 Результаты проверки диапазона измерений МАЭД и определения относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения

Таблица А.4.4

$j$	$\dot{H}_i^*$ , мкЗв/ч			$\dot{H}_{cpj}^*$ , мкЗв/ч	$\delta_j$ , %	$\delta_{норм.}$ , %
	1	2	3			
1						
2						
3						$\pm 20$

Заключение \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_  
(личная подпись)

(расшифровка подписи)

год, месяц, число