

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «НТЦ Амплитуда»



С.А. Ермилов

2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор Центрального отделения
ФБУ «ЦСМ «Московской области»



С.Г. Рубайлов

2017 г.

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

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
АЖНС.412131.004МП**

Настоящая методика поверки распространяется на установки спектрометрические «МУЛЬТИРАД-гамма» с блоком детектирования БДКС-38-02А (далее - установки), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «НТЦ Амплитуда» (ООО «НТЦ Амплитуда»), г. Москва, Зеленоград, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Поверку установки проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном порядке. Требования к организации, порядку проведения поверки и форма представления результатов поверки определяются действующей нормативной базой.

Поверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации установки. Первичная поверка производится при выпуске вновь произведенных установок и после их ремонта. Периодическая поверка производится при эксплуатации установок.

Интервал между поверками составляет один год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Перечень операций при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	4.1	Да	Да
2 Опробование	4.2	Да	Да
3 Определение диапазона энергии регистрируемого излучения и относительной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности)	4.3	+	+
4 Определение относительного энергетического разрешения в пике полного поглощения 661,7 кэВ (^{137}Cs)	4.4	+	+
5 Определение относительной эффективности регистрации в пике полного поглощения 661,7 кэВ (^{137}Cs)	4.5	+	-
6 Определение максимальной входной статистической загрузки	4.6	+	+
7 Определение относительной погрешности измерений активности	4.7	+	+
8 Проверка диапазона измерений МАЭД гамма-излучения и определение относительной погрешности МАЭД гамма-излучения	4.8	+	+
9 Оформление результатов поверки	5	+	+

1.2 В случае отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 1 поверяемая установка бракуется.

1.3 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средств поверки и вспомогательного оборудования	Технические характеристики
4.2	Калибровочный источник $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$ (или ^{22}Na)	из комплекта прибора
4.3 4.4 4.5 4.7	Рабочие эталоны 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 – радионуклидные источники фотонного излучения ОСГИ* с радионуклидами ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{228}Th , ^{60}Co	Активность от 1 до 30 кБк, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения $\pm 6\%$
4.6 4.8	Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ Р 8.804-2012 - установка дозиметрической мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения с источником ^{137}Cs	Диапазон измерений МАЭД от 0,1 до 1 мЗв/ч; доверительные границы относительной погрешности от 5 % до 7 % при $P=0,95$.
3	Термометр	Диапазон от 0 до 40 °С, Цена деления 1 °С
3	Барометр-анероид	Диапазон от 80 до 106 кПа, Погрешность измерения 3 %
3	Психрометр аспирационный	Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 10 до 100 %, Погрешность измерения 5 %
3	Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130	Диапазон измерений МАЭД фотонного излучения от 0,1 до 10 мкЗв/ч, пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 20\%$
4.3 4.4 4.5 4.7	Дистансерное устройство	из комплекта прибора
Примечание – Используемые при поверке источники ОСГИ-А (ОСГИ-Р, ОСГИ-3) в тексте методики поверки обозначаются ОСГИ.		

1.4 Все используемые средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

1.5 Работа с эталонными средствами измерений должна проводиться в соответствии с их эксплуатационной документацией.

1.6 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При поверке следует руководствоваться правилами техники безопасности, изложенными в:

- эксплуатационной документации на установку и в соответствующих разделах руководств по эксплуатации испытательного оборудования;
- 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),
- в инструкциях и положениях по предотвращению несчастных случаев, действующих на предприятии;

2.2 К проведению поверки прибора допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, имеющим опыт работы в области измерений ионизирующих величин, аттестованный в качестве поверителей и ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и методикой поверки.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %,
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа,
- естественный радиационный фон, не более 0,20 мкЗв·ч⁻¹.

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

4 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:
соответствие маркировки и комплектности паспорту (РЭ);
наличие и сохранность пломб;
наличие эксплуатационной документации;
отсутствие дефектов, влияющих на работу изделия.

4.2 Опробование

4.2.1 При опробовании установки необходимо провести:

- проверку идентификационных данных используемого программного обеспечения;
- энергетическую калибровку установки и измерение фона.

4.2.2 Опробование установки проводят по истечении времени установления рабочего режима с использованием контрольного источника ¹³⁷Cs+⁴⁰K (или ²²Na). При опробовании используют программное обеспечение «ПРОГРЕСС-5» и/или LSRM SpectraLineXX.

4.2.3 Идентификационные данные проверяют по способам визуализации идентификационных данных используемого программного обеспечения, описанными в руководствах пользователя программного обеспечения «ПРОГРЕСС-5» и/или LSRM SpectraLineXX.

Идентификационные данные должны соответствовать данным таблицы 3.


Таблица 3

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	-

4.2.4 Энергетическая калибровка

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

4.2.3.2 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}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».

4.2.3.3 При нормальном функционировании прибора на экране отображается спектрограмма, подобная приведенной на рисунке 1 - для калибровочного источника $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$ или на рисунке 2 - для калибровочного источника ^{22}Na .

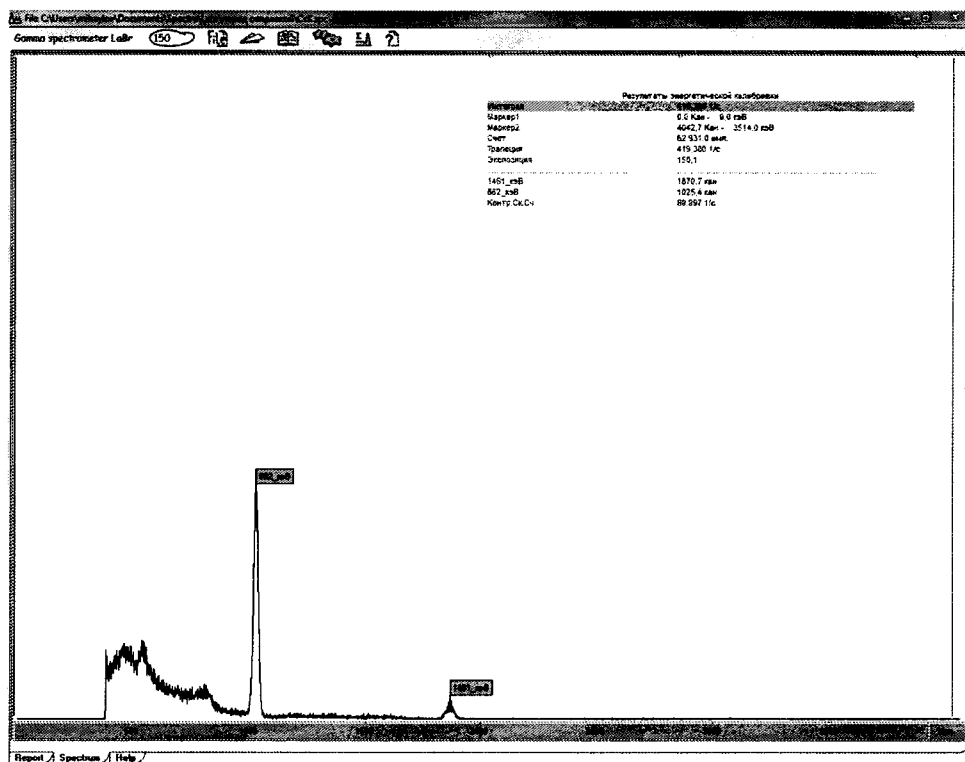


Рисунок 1 – Аппаратурный спектр калибровочного источника $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$

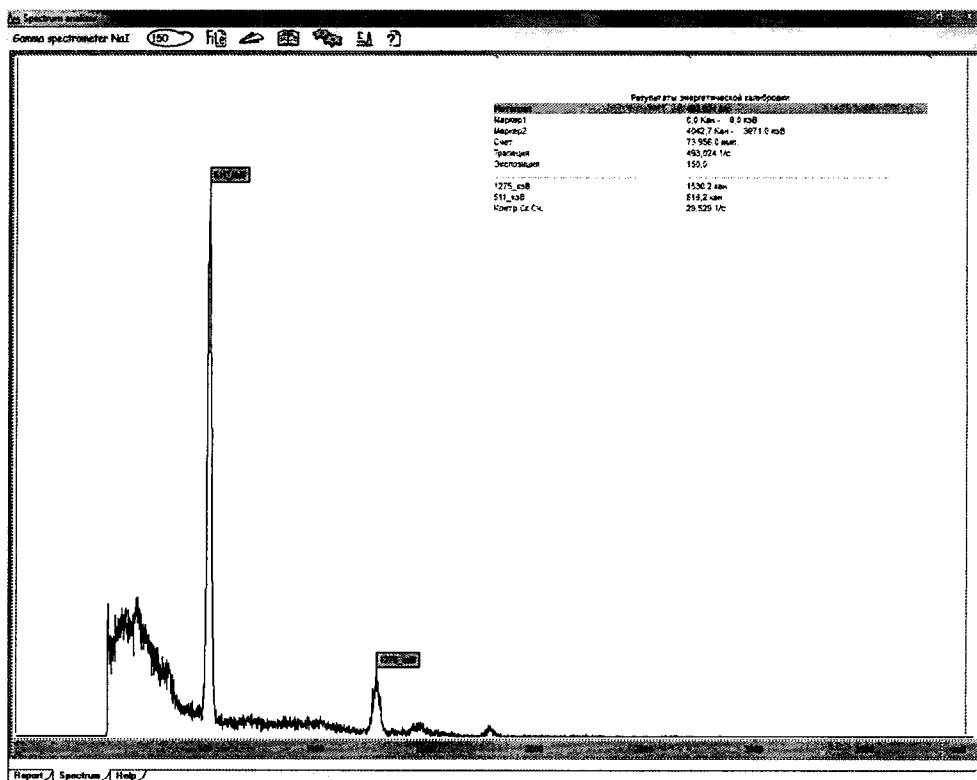


Рисунок 2 – Аппаратурный спектр калибровочного источника ^{22}Na

4.2.3.4 По истечении 150 с набор спектра автоматически прекращается. На спектрограмме флажками 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}Na с энергией 511 кэВ и 1275 кэВ,

указываются соответствующие им номера каналов анализатора, а также скорость счета в определенном энергетическом диапазоне.

4.2.3.5 По результатам энергетической калибровки сделать следующие записи:

- для калибровочного источника $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$ в строке 1 в таблице 4 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}Na в строке 1 в таблице 5 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.

4.2.3.6 Провести не менее пяти последовательных измерений калибровочного источника $^{137}\text{Cs}+^{40}\text{K}$ (или ^{22}Na), заполняя по их результатам строки таблицы 4 или 5.

Таблица 4 – 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			
			Ср.

Таблица 5 – Результаты энергетической калибровки с использованием калибровочного источника ^{22}Na

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

4.2.4 Измерение фона

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

4.2.4.2 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).

4.2.4.3 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.4.2.4.2.

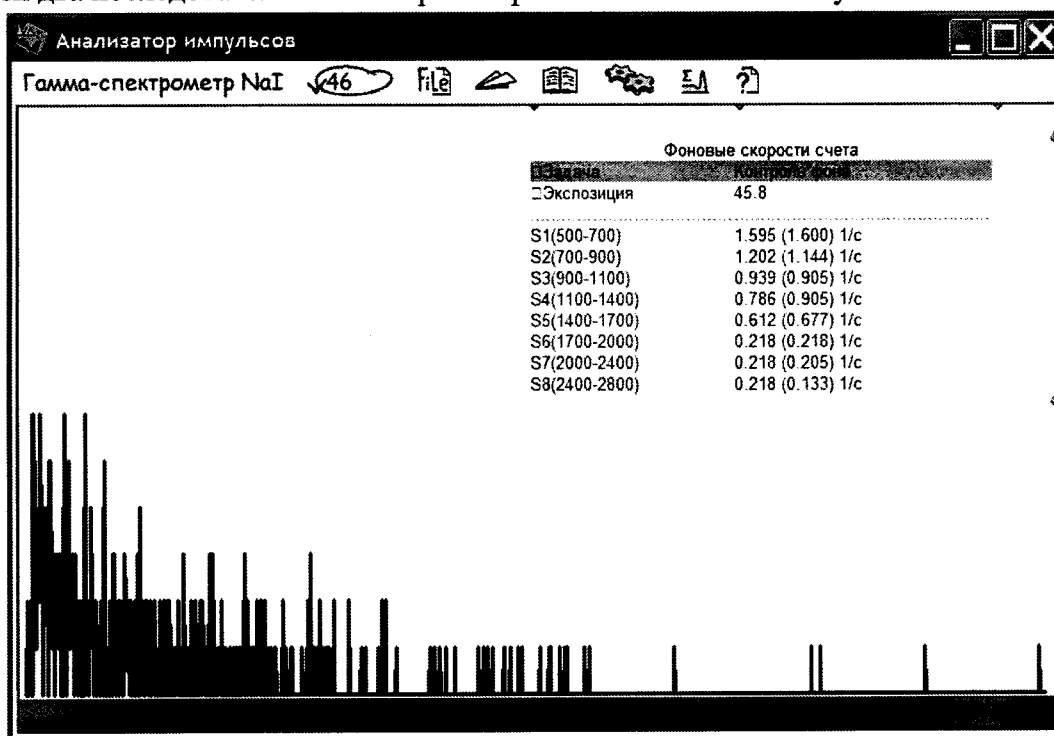


Рисунок 3 – Фоновый спектр

4.2.4.3 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.4.2.4.2.

4.2.4.4 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								

- 4.2.5 Результаты опробования считаются положительными, если
- идентификационные данные ПО установки соответствуют данным, представленным в таблице 3;
 - 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.

4.3 Определение диапазона энергии регистрируемого излучения и относительной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности)

4.3.1 Измерение проводят с использованием ПО «ПРОГРЕСС-5» и источников ОСГИ - рабочих эталонов 2-го разряда с радионуклидами ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{228}Th , ^{60}Co .

4.3.2 Источники ОСГИ поочередно устанавливают в дистансерное устройство на расстояние 250 мм от торцевой поверхности блока детектирования и проводят измерение спектра гамма-излучения каждого источника.

Время экспозиции устанавливают из условия, чтобы число импульсов в каждом выбранном пике было не менее 10000.

Спектры сохраняют для последующей обработки.

4.3.3 В каждом спектре определяют положения центроид пиков N_i и соответствующие им справочные данные энергий E_{0i} . Определяют характеристику преобразования в виде линейной зависимости $E = A \cdot N + B$.

4.3.4 По полученной характеристике преобразования рассчитывают экспериментальные значения энергий E_i , соответствующие положениям пиков N_i , сравнивают их с энергиями испущенных источниками гамма-квантов E_{0i} и определяют отклонения по формуле (1):

$$\Delta E_i = |E_i - E_{0i}| \quad (1)$$

4.3.5 Выбирают максимальное значение из полученных разностей (ΔE^{max}) и рассчитывают интегральную нелинейность (ИНЛ) по формуле (2)

$$\Delta E = \left(\frac{\Delta E^{max}}{E_{max}} \right) \cdot 100, \% \quad (2)$$

где E_{max} – верхняя граница диапазона энергий, кэВ.

4.3.6 Измерение интегральной нелинейности установки одновременно является проверкой рабочего диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения.

4.3.7 Результат поверки считают положительным, если полученное значение ИНЛ не превышает 0,3 % в рабочем диапазоне энергий регистрируемого гамма-излучения.

4.4 Определение относительного энергетического разрешения в пике полного поглощения 661,7 кэВ (^{137}Cs)

4.4.1 При поверке используют источник ОСГИ с радионуклидом ^{137}Cs и ПО «ПРОГРЕСС-5».

4.4.2 Источник ОСГИ с радионуклидом ^{137}Cs устанавливают в дистансерное устройство на расстояние 250 мм от торцевой поверхности блока детектирования.

Активность источника должна быть такой, чтобы интегральная загрузка спектрометра не превышала 5000 c^{-1} .

4.4.3 Проводят измерение спектра гамма-излучения источника. Время экспозиции выбирают из условия, чтобы число импульсов в пике полного поглощения гамма-квантов с энергией 661,7 кэВ было не менее 10000.

4.4.4 С помощью ПО «ПРОГРЕСС-5» определяют полную ширину на полувысоте (ПШПВ, кэВ) пика полного поглощения энергии 661,7 кэВ.

4.4.5 Рассчитывают относительное энергетическое разрешение по формуле (3)

$$R = \frac{\text{ПШПВ}}{661,7} \cdot 100 \% \quad (3)$$

4.4.6 Результат поверки считают положительным, если полученное значение относительного энергетического разрешения не превышает 3,5 %.

4.5 Определение относительной эффективности регистрации в пике полного поглощения 661,7 кэВ (^{137}Cs)

4.5.1 При поверке используют источник ОСГИ с радионуклидом ^{137}Cs и ПО «ПРОГРЕСС-5». Активность источника должна быть такой, чтобы интегральная загрузка спектрометра не превышала 5000 c^{-1} .

4.5.2 Источник ОСГИ с радионуклидом ^{137}Cs устанавливают в дистансерное устройство на расстояние 250 мм от торцевой поверхности блока детектирования.

4.5.3 Проводят измерение спектра гамма-излучения источника. Время экспозиции устанавливают из условия, чтобы число импульсов в пике полного поглощения гамма-квантов с энергией 661,7 кэВ было не менее 10000. Спектр сохраняют до последующей обработки. Повторяют измерения 10 раз.

4.5.4 ПО автоматически из спектров источника гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs вычитает спектр фона, определенный по пункту 4.2.4 и определяет количество импульсов в пике полного поглощения гамма-излучения энергии 661,7 кэВ в каждом спектре.

4.5.5 Рассчитывают эффективность регистрации ε_i , в пике полного поглощения гамма-излучения энергии 661,7 кэВ (^{137}Cs) по формуле (4):

$$\varepsilon_i = \frac{N_i}{t \cdot A \cdot p}, \quad (4)$$

где N_i - количество импульсов в пике полного поглощения, полученное в результате обработки i -го спектра по пункту 4.5.4, c^{-1} ;

A - активность источника радионуклида на момент измерения, (паспортное значение с учетом поправки на радиоактивный распад), Бк;

p - вероятность выхода квантов (квантовый выход) на один акт распада радионуклида, квант/расп;

t - время набора спектра при измерении источника гамма-излучения радионуклида, с.

4.5.6 Вычисляют средние значения эффективности регистрации $\bar{\varepsilon}$ по выполненным измерениям по формуле (5):

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum \varepsilon_i}{10}, \quad (5)$$

4.5.7 Погрешность определения вычисляют следующим образом. Оценивают относительную величину среднего квадратического отклонения по формуле (6):

$$\delta_{\bar{\varepsilon}} = \frac{1}{\bar{\varepsilon}} \cdot \sqrt{\frac{\sum (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{9 \cdot 10}} \cdot 100 \% \quad (6)$$

Границы абсолютной погрешности определения эффективности для 95 % доверительного интервала при 10 наблюдениях (7):

$$\Delta = \frac{\bar{\varepsilon}}{100} \cdot \frac{(\varepsilon_{A0} + t_m \cdot \delta_{\bar{\varepsilon}}) \cdot \sqrt{\delta_{\bar{\varepsilon}}^2 + \frac{\delta_{A0}^2}{3}}}{\left(\frac{\delta_{A0}}{\sqrt{3}} + \delta_{\bar{\varepsilon}}\right)}, \text{ имп./фотон} \quad (7)$$

где δ_{A0} – относительная погрешность аттестации активности эталонного источника (из свидетельства на источник), %;

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

4.5.8 При периодической поверке проверяют сохранность эффективности регистрации в геометрии первичной поверки.

Результат периодической поверки считают положительным, если полученное значение эффективности удовлетворяет условию:

$$|\bar{\varepsilon} - \varepsilon_0| \leq \sqrt{\Delta^2 + \Delta_0^2} \quad (8)$$

где $\bar{\varepsilon}$ и ε_0 – соответственно, измеренное и определенное при первичной поверке значение эффективности, имп./фотон;

Δ и Δ_0 - соответственно, погрешности определения $\bar{\varepsilon}$ и ε_0 , имп./фотон

4.5.9 Результат поверки считают положительным, если:

- относительная эффективность регистрации гамма-квантов с энергией 661,7 кэВ (Cs-137) на расстоянии источник-детектор 250 мм, %, не менее 0,035;

- при периодической поверке дополнительно выполняется условие п. 4.5.8.

4.6 Определение максимальной входной статистической загрузки

4.6.1 При поверке применяют установку дозиметрическую мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения с источником ^{137}Cs и ПО «ПРОГРЕСС-5».

4.6.2 Блок детектирования БДКС-38-02А размещают на линейку дозиметрической установки таким образом, чтобы расстояние от торцевой поверхности блока детектирования до источника ^{137}Cs обеспечивало интегральную статистическую загрузку от 200 до 1000 имп/с. Контроль входной загрузки производят путем суммирования импульсов, регистрируемых в единицу времени во всех каналах амплитудного анализатора.

4.6.3 Проводят регистрацию спектра. Число импульсов, зарегистрированных в пике полного поглощения с энергией 661,7 кэВ должно быть не менее 10000 имп.

4.6.4 Определяют энергетическое разрешение (η_i , кэВ) и положение максимума пика полного поглощения (n_i , канал) для линии 661,7 кэВ.

4.6.5 Увеличивают входную загрузку, уменьшая расстояние от блока детектирования БДКС-38-02А до источника ^{137}Cs дозиметрической установки и устанавливают ее значение равным $2,5 \cdot 10^5$ имп/с. Проводят регистрацию спектра. Определяют энергетическое разрешение (η'_i , кэВ) и положение максимума пика (n'_i , канал).

4.6.6 Обработка результатов

4.6.6.1 Рассчитать относительное значение изменения разрешения при изменении входной загрузки (δ_η) в процентах по формуле (9):

$$\delta_\eta = \frac{|\eta'_i - \eta_i|}{\eta_i} \cdot 100 \quad (9)$$

4.6.6.2 Рассчитать смещение положения максимума пика полного поглощения (δ_n) в процентах по формуле (10):

$$\delta_n = \frac{(n'_i - n_i)}{E} \cdot K \cdot 100 \quad (10)$$

где

K – энергетическая ширина канала, определенная при малой загрузке, кэВ;

E – энергия, соответствующая моноэнергетическому пику 661,7 кэВ.

4.6.6.3 Максимальным значением входной статистической загрузки является входная загрузка, при которой вычисленное значение относительного изменения разрешения δ_{η} не превышает 15 % и относительное смещение пика в пределах ± 1 %.

4.6.7 Результаты поверки считаются положительными, если значение максимальной входной статистической загрузки не менее $2,5 \cdot 10^5$ имп/с.

4.7 Определение относительной погрешности измерения активности радионуклидов

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

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

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

4.7.4 Относительную погрешность измерений активности определяют по формуле (12):

$$\delta_A = \frac{A_u - A_o}{A_o} \cdot 100 \quad (12)$$

где:

A_o , - значение активности аттестации источника ОСГИ (^{137}Cs), приведенное на дату измерений, Бк;

A_u - измеренное значение активности, Бк.

4.7.5 Результаты поверки считаются положительными, если рассчитанное значение относительной погрешности измерений активности находится в пределах $\pm(10 - 50)$ %.

4.8 Проверка диапазона измерений МАЭД гамма-излучения и определение относительной погрешности МАЭД гамма-излучения

4.8.1 Проверку установки при измерении МАЭД гамма-излучения проводят на установке дозиметрической гамма-излучения с источником ^{137}Cs , аттестованной по мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в качестве рабочего эталона не ниже 2 разряда.

4.8.2 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.

4.8.3 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 -ой 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 -ой точке.

5) вычислить среднее арифметическое значение измеренных величин \dot{H}_{cpj}^* , мкЗв·ч⁻¹, для каждой точки контроля по формуле (13):

$$\dot{H}_{cpj}^* = \frac{\sum_{i=1}^3 \dot{H}_i^*}{3} \quad (13)$$

6) рассчитать относительную погрешность измерения для каждой точки контроля δ_j в процентах по формуле (14):

$$\delta_j = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\dot{H}_{cpj}^* - \dot{H}_{oj}^*}{\dot{H}_{oj}^*} \cdot 100 \right)^2} + \delta_{\Pi}^2, \quad (14)$$

где \dot{H}_{oj}^* – значение МАЭД, воспроизводимое поверочной установкой в j -ой точке, мкЗв·ч⁻¹;

δ_{Π} – относительная погрешность воспроизведения МАЭД гамма-излучения поверочной установкой (из свидетельства о поверке на установку), %.

4.8.4 Результаты поверки считаются положительными, если ни одно из значений относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения не выходит за пределы ± 20 %.

5 Оформление результатов поверки

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

5.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке установленной формы.

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

5.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

5.5 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности установки или делается соответствующая запись в технической документации и применение его по назначению не допускается.

Приложение А
(рекомендуемое)

Протокол поверки

А.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: _____.

А.2 Условия поверки:

Температура окружающего воздуха _____ °С;
Атмосферное давление _____ кПа;
Относительная влажность _____ %

А.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
- психрометр _____, зав. № _____
- барометр _____, зав. № _____
- дозиметр гамма-излучения _____, зав. № _____.

А.4 Результат поверки

А.4.1 Результат внешнего осмотра _____

А.4.2 Результаты опробования _____

А.4.2.1 Идентификационные данные ПО

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

А.4.2.2 Результаты энергетической калибровки

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

А.4.2.3 Результаты измерений фона

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

А.4.3 Результаты определения относительной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности)

Радионуклид	Энергия пика кэВ	Положение центроиды, канал	Относительная погрешность харак- теристики преобразования (интегральная нелинейность), %	
			Измеренная	Предельное значение
²⁴¹ Am				0,3
¹³⁷ Cs				
⁶⁰ Co				
²²⁸ Th				

А.4.4 Результаты определения относительного энергетического разрешения

Радионуклид	Энергия пика, кэВ	Результаты измерений относительного энергетиче- ского разрешения, кэВ	Относительное энергетиче- ское разрешение, %
¹³⁷ Cs	661,7		3,5

А.4.5 Результаты определения относительной эффективности регистрации в пике полного поглощения

Таблица А.4.5.1

№	Число отсчетов в ППП 661,7 кэВ (^{137}Cs)	Живое время, с	Значение относительной эффективности регистрации в ППП, %	
			определенное	нормированное
1				не менее 0,035
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
			ср.	

Таблица А.4.5.2

Эффективности регистрации в ППП 661,7 кэВ (^{137}Cs), имп/фотон					
Первичная поверка		Очередная поверка		$ \bar{\varepsilon} - \varepsilon_0 \leq \sqrt{\Delta^2 + \Delta_0^2}$	
ε_0	Δ_0^2	$\bar{\varepsilon}_i$	Δ_i^2	$ \bar{\varepsilon} - \varepsilon_0 $	$\sqrt{\Delta^2 + \Delta_0^2}$

А.4.6 Результаты определения максимальной входной статистической загрузки

Таблица А.4.6

Загрузка, (скорость счета), с^{-1}	Значение центроиды пика, кан	Относительное смещение центроиды, %	Энергетическое разрешение, кэВ	Относительное изменение разрешения, %

Максимальная входная статистическая загрузка _____ имп/с

А.4.7 Результаты определение относительной погрешности измерения активности радионуклидов

Таблица А.4.7

A_0 , Бк	A_u , Бк	δ_{A0} , %	δ , %	$\delta_{нормиров}$, %
				±10

А.4.8 Результаты проверки диапазона измерений МАЭД гамма-излучения и определения относительной погрешности МАЭД гамма-излучения

Таблица А.4.8

j	\dot{H}_i^* , мкЗв/ч			$\dot{H}_{срj}^*$, мкЗв/ч	δ_j , %	$\delta_{норм}$, %
	1	2	3			
1						±20
2						
3						

Заключение _____

Поверитель _____

(личная подпись)

_____ (расшифровка подписи)

_____ год, месяц, число