

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Д. И. КРИВЦОВ
Договор № 17
08 января 2017 г.

А.Н. Пронин

м.п. «15» _____ 2018 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

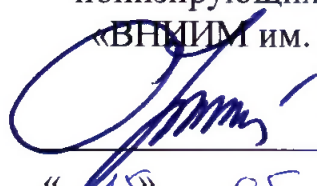
**ГАММА-СПЕКТРОМЕТРЫ МНОГОКАНАЛЬНЫЕ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ
CANBERRA**

Методика поверки

2102-005-2015 МП

с изменением №1

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

 С.Г. Трофимчук
« 15 » 05 2018 г.

Руководитель сектора

 С.М. Аршанский

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1	Операции поверки _____	3
2	Средства поверки _____	4
3	Требования к квалификации поверителей _____	5
4	Требования безопасности _____	5
5	Условия поверки _____	5
6	Порядок проведения поверки _____	5
7	Оформление результатов поверки _____	9

Настоящая методика поверки (далее по тексту МП) распространяется на гамма-спектрометры многоканальные для измерения рентгеновского и гамма-излучения CANBERRA (далее по тексту спектрометры), предназначенные для измерения энергий испускаемых радионуклидами квантов рентгеновского или гамма-излучения, а также активности (удельной, объемной) гамма-излучающих радионуклидов (при наличии соответствующих калибровок и методик измерений), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Первичной поверке подлежат все спектрометры до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта или замены устройства детектирования.

(Измененная редакция, Изм. №1)

Периодической поверке спектрометры подвергаются в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – два года.

Примечание. При пользовании настоящей методикой поверки 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 методикой 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.

Примечание (Введено дополнительно, Изм. №1)

1 Операции поверки

Объем и последовательность операций поверки спектрометра методы поверки и критерии соответствия указаны в табл. 1.

В случае использования прибора в ограниченном диапазоне регистрируемых энергий на основании письменного заявления заказчика допускается проведение поверки в этом ограниченном диапазоне. При этом в свидетельстве о поверке должен быть указан диапазон энергий, в котором проводилась поверка.

(Введен дополнительно, Изм. №1)

Таблица 1. Объем и последовательность операций поверки спектрометра.

Наименование операции	Метод поверки	Проведение операции при		Критерии соответствия
		первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	Визуально	да	да	– соответствие комплектности требованиям документации на спектрометр, – надежность крепления соединительных кабелей, – отсутствие механических повреждений и дефектов на блоках и устройствах спектрометра.
2 Опробование: – проверка работоспособности – проверка соответствия ПО	Запуск набора спектра в соответствии с РЭ п. 6.8 МП	да	да	Информация о наборе спектра в окне "Набор и анализ спектров" Genie-2000 п. 6.8 МП
3 Определение времени установления рабочего режима и нестабильности энергетической характеристики за время непрерывной работы	ГОСТ 26874-86 п.6	да	нет	Не более 30 мин. и не более 0.05%.
4 Определение диапазона энергии регистрируемого излучения и погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности).	ГОСТ 26874-86 п.4	да	да	ИНЛ не более 0,025 % в рабочем (для данной серии детекторов) диапазоне энергий

Наименование операции	Метод поверки	Проведение операции при		Критерии соответствия
		первичной поверке	периодической поверке	
5 Определение энергетического разрешения	ГОСТ 26874-86 п.3	да	да	При первичной поверке - не более предельного значения, приведенного в паспорте детектора. При периодической поверке допускается ухудшение не более, чем на 10 % от предельного значения, приведенного в паспорте детектора.
6 Проверка максимальной входной статистической загрузки	ГОСТ 26874-86 п.5	да	нет	При изменении загрузки от 10^3 до максимальной сдвиг пика не более 0,3 %, уширение пика не более 50 %
7 Определение эффективности регистрации фотонов от точечного источника в пике полного поглощения	ГОСТ 26874-86 п.4а	да	да	При первичной поверке измеряется, при периодической – проверяется сохранность

Таблица 1 (Измененная редакция, Изм. №1)

2 Средства поверки

При проведении поверки используются следующие средства:

- рабочие эталоны 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 – радионуклидные источники фотонного излучения активностью от 10^4 до 10^5 Бк, аттестованные по активности радионуклида в источнике с погрешностью не более ± 6 %. (см. табл. 2);
(Измененная редакция, Изм. №1)
- устройство позиционирования для размещения радионуклидных источников в определенных (фиксированных) положениях относительно детектора;
- вспомогательные СИ – термометр, психрометр, дозиметр.

Все эталонные источники ионизирующего излучения должны иметь действующие свидетельства о поверке.

(Измененная редакция, Изм. №1)

Таблица 2. Эталонные источники, используемые при поверке различных типов спектрометров CANBERRA.

Наименование операции	Тип детектора	Используемые источники
1. Внешний осмотр	Все типы	—
2. Опробование	Все типы	Любой радионуклидный источник, испускающий фотоны с энергиями в пределах рабочего диапазона для данного типа детектора
3. Определение времени установления рабочего режима и неустойчивости энергетической характеристики за время непрерывной работы	GC, GW, GX, GR, BE, GSW GL GUL	^{60}Co ^{137}Cs ^{55}Fe
4. Определение диапазона энергии регистрируемого излучения и предела основной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности).	GC, GW, GSW GX, GR, BE GL (кроме детекторов с алюминиевым окном) GL (для детекторов с алюминиевым окном) GUL	^{57}Co , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{228}Th , ^{241}Am ^{55}Fe , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{88}Y , ^{228}Th , ^{241}Am ^{55}Fe , ^{57}Co , ^{137}Cs , ^{228}Th , ^{241}Am ^{57}Co , ^{137}Cs , ^{228}Th , ^{241}Am ^{57}Co , ^{113}Sn , ^{241}Am

Наименование операции	Тип детектора	Используемые источники
5. Определение энергетического разрешения	GC, GW, GX, GR, GSW GL, GUL GL (для детекторов с алюминиевым окном) BE	^{57}Co , ^{60}Co ^{55}Fe , ^{57}Co ^{57}Co ^{57}Co , ^{60}Co
6. Проверка максимальной входной статистической загрузки	GC, GW, GX, GR, BE, GSW GL GUL	^{60}Co ^{57}Co ^{57}Co
7. Определение эффективности регистрации фотонов от точечного источника в пике полного поглощения	GC, GW, GX, GR, BE, GSW GL GUL	^{60}Co ^{57}Co ^{57}Co

Примечание. Допускается использование вместо источника ^{57}Co источника ^{152}Eu . Также допускается использование вместо указанных других источников, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 26874-86 для измерения соответствующих параметров.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и аттестованные в качестве поверителей спектрометрических средств измерений.

4 Требования безопасности

При выполнении измерений с использованием образцовых источников ионизирующих излучений должны быть соблюдены требования следующих документов:

- Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010 СП 2.6.1.2612-10);
(Измененная редакция, Изм. №1)
- Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009 СанПиН 2.6.1.2523-09);
(Измененная редакция, Изм. №1)

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха 20 ± 15 °C;
- относительная влажность воздуха $30 \div 80$ %;
- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа;
- фон внешнего гамма-излучения:
 - при первичной поверке - не более 0,2 мкЗв/ч.;
 - при периодической поверке (в условиях эксплуатации) – не более 5 мкЗв/ч.

При выполнении поверки должны быть соблюдены требования соответствующих разделов технических описаний компонентов, входящих в состав спектрометра и Руководства пользователя спектрометрической системы Genie-2000.

6 Порядок проведения поверки

6.1 Подготовка спектрометра к поверке должна быть проведена в соответствии с требованиями технической документации на его компоненты и Руководством пользователя спектрометрической системы Genie-2000.

6.2 В процессе поверки не разрешается проведение наладочных и настроечных работ, не предусмотренных эксплуатационной документацией.

6.3 При поверке допускается использование средств измерения других типов, метрологические характеристики которых не хуже, чем у указанных в разделе 2.

6.4 При поверке руководствоваться правилами техники безопасности, изложенными в разделе Требования безопасности и соответствующих разделах руководств по эксплуатации испытательного оборудования.

6.5 Поверку спектрометра производят в соответствии с методами и критериями таблицы 1.

6.6 Определение линейной градуировочной энергетической характеристики (для п. 4 таблицы 1), энергетического разрешения (п. 5 таблицы 1), эффективности регистрации в пике полного поглощения (п. 7 таблицы 1), а также площадей и положений пиков полного поглощения проводят с помощью соответствующих программных средств Genie-2000 согласно Руководству пользователя спектрометрической системы Genie-2000.

6.7 Определение эффективности регистрации фотонов от точечного источника по п. 7 таблицы 1 проводят в фиксированной геометрии при расположении источника на расстоянии не менее 25 мм от торца детектора на его оси. Для детекторов GC, GW, GX, GR, GSW рекомендуется располагать источник на расстоянии 250 мм от торца детектора (стандартная геометрия для измерения относительной эффективности детектора, нормируемой в его технических характеристиках). В Свидетельстве о поверке приводят описание геометрии измерения эффективности регистрации. В Свидетельство о первичной поверке вносят значение эффективности регистрации ε_{0i} и ее погрешности $\Delta\varepsilon_{0i}$. При периодической поверке проверяют сохранность эффективности регистрации, сравнивая полученное значение ε_i с исходным значением ε_{0i} по формуле:

$$|\bar{\varepsilon}_i - \varepsilon_{0i}| \leq \sqrt{\Delta_i^2 + \Delta_{0i}^2}$$

При невыполнении указанного критерия средство измерения считают непригодным к эксплуатации.

6.8 Проверка соответствия ПО

6.8.1 Проверка наличия и соответствия идентификационных наименований программных модулей метрологически значимой части ПО.

В каталоге Genie2k\Exefiles проверяют наличие следующих файлов: MVCG.EXE, MVCGSA.DLL, WINVDM.EXE. С помощью диалога свойств файла идентифицируются номера версий и/или даты создания файлов (см. рис. 1-3).

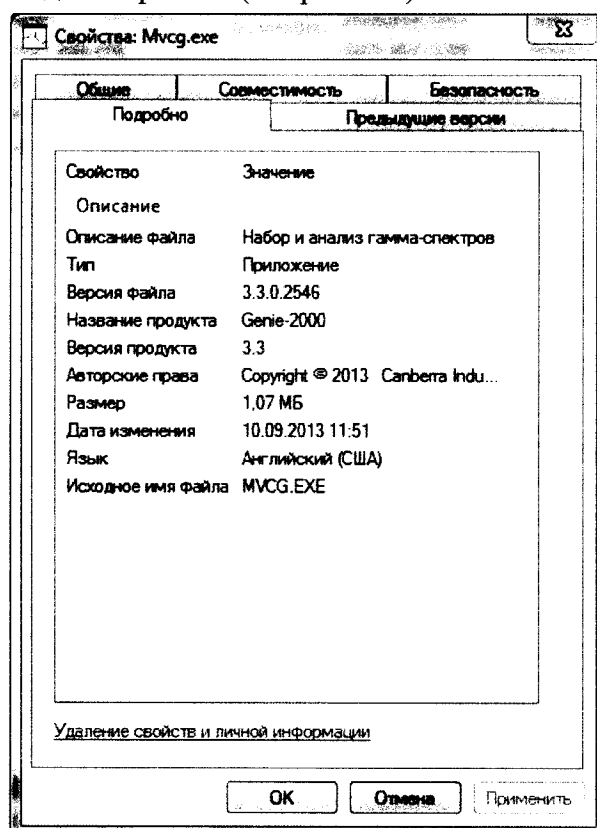


Рис.1 Окно свойств файла MVCG.exe

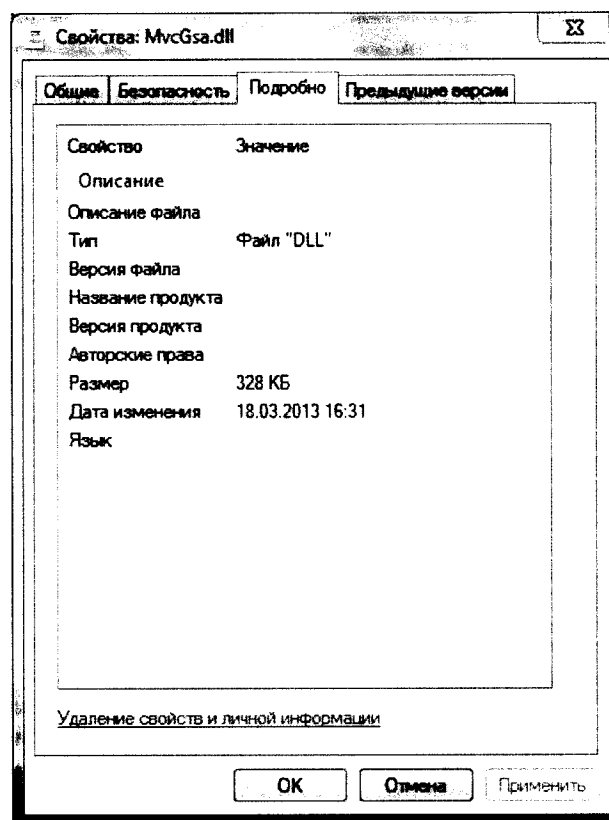


Рис.2 Окно свойств файла MVCGSA.dll

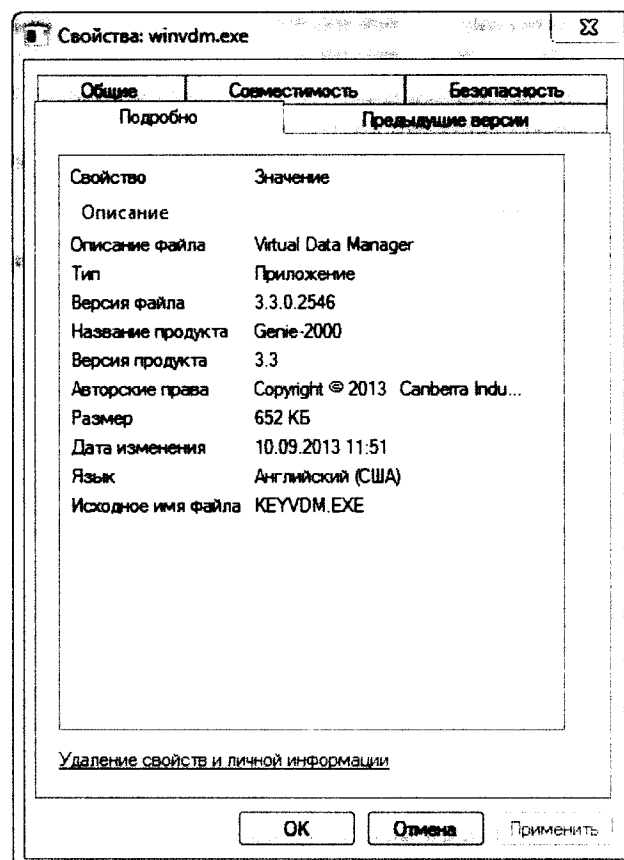


Рис.3 Окно свойств файла WinVDM.exe

6.8.2 Проверка цифрового идентификатора программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) программных модулей метрологически значимой части ПО по алгоритму MD5

Проверяют цифровые идентификаторы для файлов MVCG.EXE, MVCGSA.DLL и WINVDM.EXE из каталога Genie2K\Exefiles. Вычисление цифрового идентификатора производят посредством подсчета контрольной суммы по методу MD5 с помощью программы MD5 File Checker (см. рис. 4-6). Допускается использование других программных средств, обеспечивающих определение контрольной суммы по алгоритму MD5 и её сравнение с заданным значением.

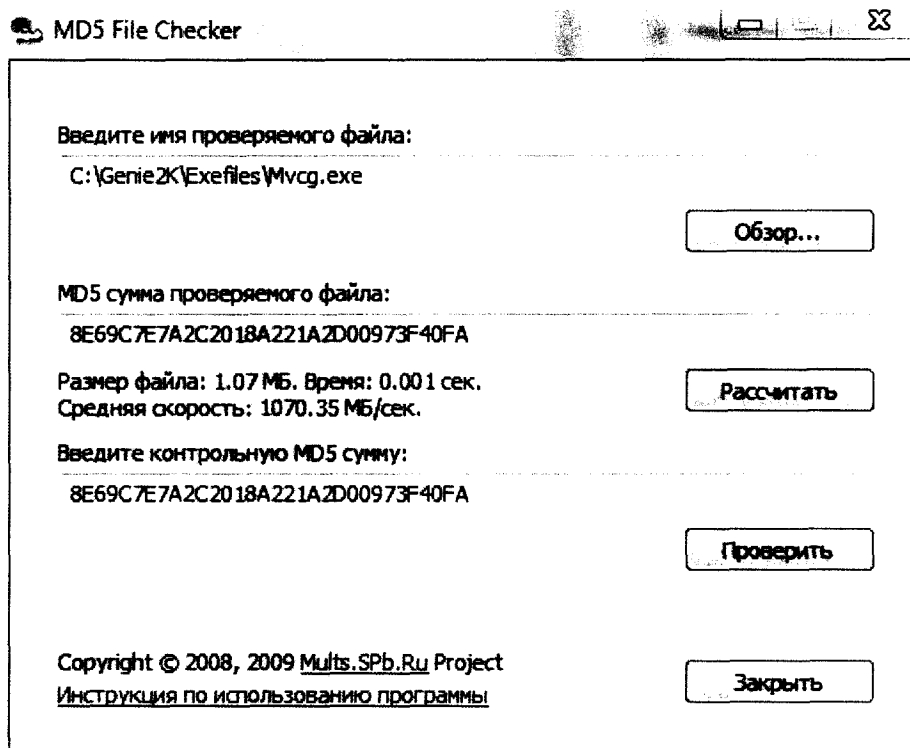


Рис.4 Проверка контрольной суммы MD5 файла MVCG.exe

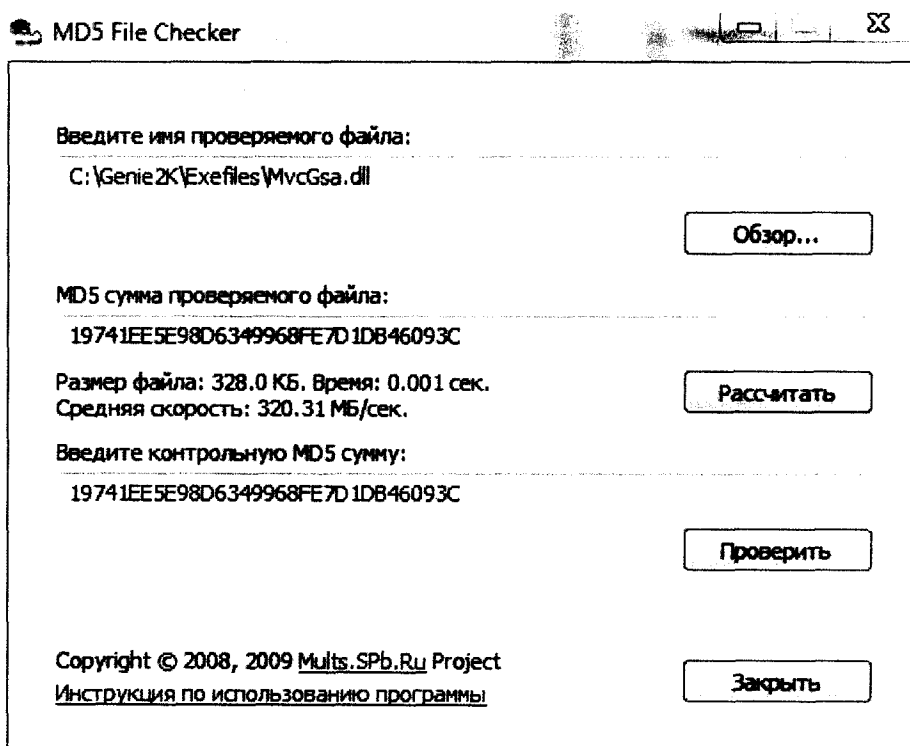


Рис.5 Проверка контрольной суммы MD5 файла MVCGSA.dll

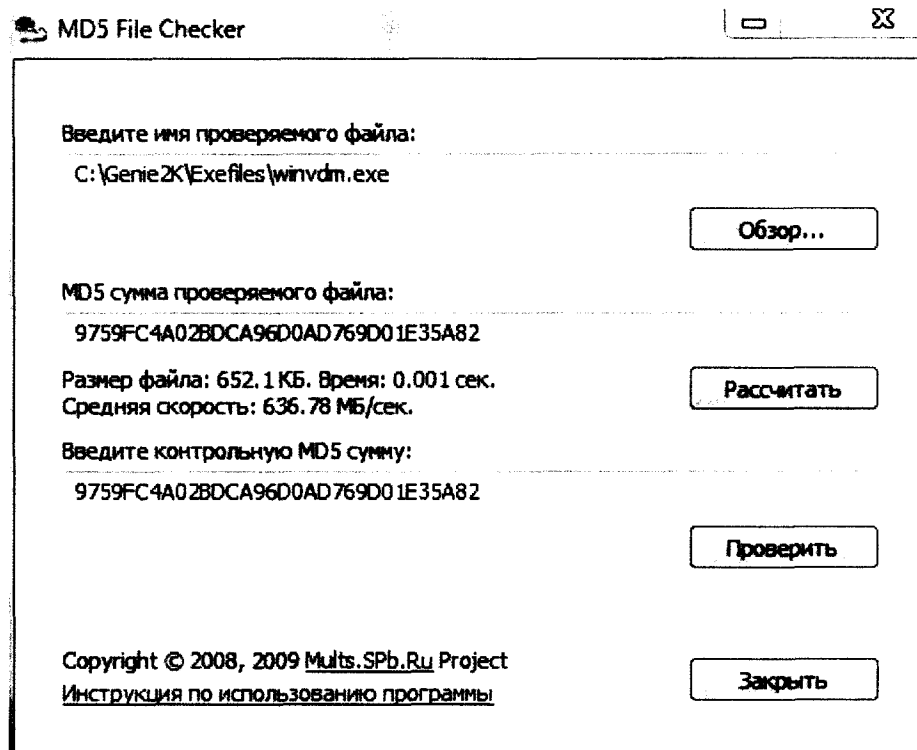


Рис.6 Проверка контрольной суммы MD5 файла WinVDM.exe

6.8.3 Определенные при первичной поверке номера версий и цифровые идентификаторы заносят в свидетельство о первичной поверке. Соответствие при периодической поверке подтверждается сравнением номеров версий и вычисленных цифровых идентификаторов с указанными значениями в «Свидетельстве о первичной поверке».

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результат поверки признают положительным, если с положительными результатами выполнены операции по п.п. 1-7 таблицы 1. Все результаты заносятся в протокол поверки. Форма протокола поверки приведена в приложении А.

7.1 (Измененная редакция, Изм. №1)

7.2 При положительных результатах поверки, выдается Свидетельство о первичной поверке установленной формы согласно Приложению 1 к Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 года № 1815.

Знак поверки (оттиск поверительного клейма) наносится на свидетельство о поверке.

7.2 (Измененная редакция, Изм. №1)

7.3 На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

- метрологические характеристики, определенные при поверке;
- идентификационные данные программного обеспечения спектрометра.

7.3 (Измененная редакция, Изм. №1)

7.4 При отрицательных результатах поверки спектрометр к применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности установленной формы в соответствии с Приложением 2 к Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному приказом Минпромторга России № 1815 от 2 июля 2015 г., с указанием причин непригодности.

7.4 (Измененная редакция, Изм. №1)

Приложение А (рекомендуемое) Протокол поверки

Объект поверки: Гамма-спектрометр многоканальный для измерения рентгеновского и гамма-излучения CANBERRA в составе:

- Детектор полупроводниковый
 - Модель: _____;
 - s/n: _____,
- Многоканальный анализатор
 - Модель: _____;
 - s/n: _____,
- Программное обеспечение Genie-2000, модули: _____

Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений:

18509-15

Заказчик:

Серия и номер знака предыдущей поверки (если имеются):

Дата предыдущей поверки:

Место проведения поверки: _____

(наименование организации)

Время проведения поверки: _____

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха _____;
- относительная влажность воздуха _____;
- атмосферное давление _____.

Вид поверки: первичная (периодическая)

Наименование нормативного документа при поверке: 2102-005-2015 МП «Гамма-спектрометры многоканальные для измерения рентгеновского и гамма-излучения CANBERRA. Методика поверки» с изменением № 1.

Средства измерений и вспомогательное оборудование: _____

$ИНЛ = \Delta E_{\text{макс}} / E_{\text{макс}} \cdot 100\% = \frac{\quad}{\quad} \cdot 100\% = \quad\% \\ \text{Диапазон энергии регистрируемого излучения – от } \quad \text{ до } \quad \text{кэВ, интегральная} \\ \text{нелинейность – } \quad\% \text{ не превышает предельного значения, равного } 0,025\% $				

Результаты определения рабочего диапазона энергии регистрируемого гамма – излучения и погрешности характеристики преобразования (ИНЛ) *положительные (отрицательные)*.

5 Определение энергетического разрешения

Энергия, кэВ (радионуклид)	Энергетическое разрешение, кэВ	
	Измеренное	Предельно допустимое

Результаты определения энергетического разрешения *положительные (отрицательные)*.

6 Определение максимальной статистической загрузки:

Загрузка $I_i, \text{с}^{-1}$	Центр пика (1173,2 кэВ) $k, \text{канал}$	ПШПВ _i (1173,2 кэВ) $R, \text{кэВ}$	Скорость счета (1173,2 кэВ), $n, \text{с}^{-1}$	$(k_i - k_0)/k_0, \%$	$(R_i - R_0)/R_0, \%$	$(n_i - n_0)/n_0, \%$

По результатам испытаний, в качестве максимально допустимой интегральной статистической загрузки ($I_{\text{max}}, \text{с}^{-1}$) принято значение $\quad \text{с}^{-1}$.

Требуемое значение максимально допустимой статистической загрузки спектрометрического тракта: $\quad$ не менее 100000с^{-1} .

Результаты определения максимальной статистической загрузки *положительные (отрицательные)*.

7 Определение эффективности регистрации фотонов от точечного источника в пике полного поглощения.

Геометрия измерения: $\quad$ мм над торцом детектора.

Эффективность регистрации гамма-квантов в ППП 1332,5 кэВ, имп./квант					
Первичная поверка		Очередная поверка		$ \bar{\varepsilon}_i - \varepsilon_{0i} \leq \sqrt{\Delta_i^2 + \Delta_{0i}^2}$	
ε_{0i}	Δ_{0i}^2	$\bar{\varepsilon}_i$	Δ_i^2	$ \bar{\varepsilon}_i - \varepsilon_{0i} $	$\sqrt{\Delta_i^2 + \Delta_{0i}^2}$

Результаты определения эффективности регистрации фотонов *положительные (отрицательные)*.

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

Гамма-спектрометр многоканальный для измерения рентгеновского и гамма-излучения CANBERRA в составе:

- Детектор полупроводниковый
 - _____;
 - _____,
- Многоканальный анализатор
 - _____;
 - _____,

годен (не годен) к применению.

Выдано свидетельство о поверке № (извещение о непригодности №)

Дата поверки: _____

Поверитель _____

Приложение А (Измененная редакция, Изм. №1)