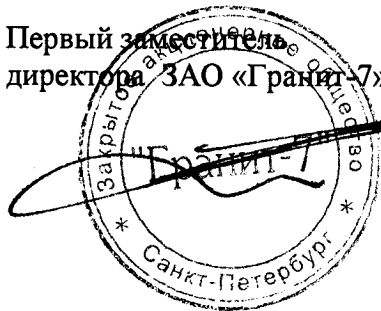


СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель
директора ЗАО «Гранит-7»



М.И. Калинин

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Н.И. Ханов

ГАММА - СПЕКТРОМЕТР СЕГ-02Гр

Методика поверки

НМИУ.412131.013Д

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
ЗАО «Гранит-7»

Ф.Б. Овчинников

Руководитель отдела
государственных эталонов
в области измерения
ионизирующих излучений
ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

С.Г. Трофимчук

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

1	Операции поверки	4
2	Средства поверки	6
3	Требования к квалификации поверителей	8
4	Требования безопасности	9
5	Условия поверки	10
6	Подготовка к поверке	11
7	Проведение поверки	12
7.1	Внешний осмотр	12
7.2	Опробование	12
7.3	Определение метрологических характеристик.....	12
8	Оформление результатов поверки	26
Приложение А Схема поверки спектрометра с использованием ОСГИ-3.....		27
Приложение Б Протокол поверки.....		28

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Домарацкий		
Пров.		Гунин		
Гл. констр.		Гуральник		
Н. контр.		Дулькина		
Утв.		-		

НМИУ.412131.013Д

Гамма - спектрометр
СЕГ-02Гр
Методика поверки

Лит.	Лист	Листов
	2	34

Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на гамма - спектрометр СЕГ-02Гр (далее – спектрометр), предназначенный для измерения энергетического распределения гамма-излучения, объемной активности гамма-излучающих радионуклидов, скоростей счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ и идентификации гамма излучающих радионуклидов, содержащихся в водной среде на глубине до 600 м и устанавливает методику поверки.

Порядок проведения поверки спектрометров по ГОСТ РВ 8.576-2000.

Первичной поверке подлежат спектрометры перед вводом в эксплуатацию и после капитального ремонта, связанного с изменением их метрологических характеристик.

Периодической поверке подлежат спектрометры, находящиеся в эксплуатации или на хранении, при истечении межповерочного интервала.

Интервал между поверками – 24 мес.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
											3

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2	Опробование	7.2	Да	Да
3	Определение диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения	7.3.1	Да	Да
4	Определение основной погрешности характеристики преобразования	7.3.1	Да	Да
5	Определение относительного энергетического разрешения спектрометра для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида ^{137}Cs	7.3.2	Да	Да
6	Определение чувствительности спектрометра при регистрации в воздухе гамма-излучения источника типа ОСГИ-3, расположенного на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора по пику полного поглощения	7.3.3	Да	Да
		7.3.4	Да	Да
7	Определение скорости счета в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ от контрольного источника радионуклида ^{137}Cs , расположенного на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора	7.3.5	Да	Да
8	Определение времени установления рабочего режима, определение нестабильности показаний спектрометра в течение 72 ч непрерывной работы	7.3.6	Да	Нет

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.013Д

Лист
4

Продолжение таблицы 1.1

9	Определение максимальной входной статистической загрузки спектрометра	7.3.7	Да	Нет
10	Проверка обеспечения спектрометром измерения скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ	7.3.8	Да	Нет
11	Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3.9	Да	Да

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						5

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерения и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование средств поверки и вспомогательного оборудования	Основные метрологические характеристики	Номер пункта методики при	
		первичной поверке	периодической поверке
Комплект источников фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные ОСГИ-3 № г/р 46383-11 в составе: ⁵⁷ Co ⁶⁰ Co ¹³⁷ Cs ¹⁵² Eu ²²⁸ Th	Активность, кБк, с погрешностью не более $\pm 4\%$ от 50 до 150 от 5 до 100 от 10 до 400 от 5 до 100 от 1 до 10	7.3	7.3
Термометр ГОСТ 13646-68	Цена деления 1 °С Диапазон измерений температуры от 10 °С до 40 °С	5.1	5.1
Барометр–анероид метеорологический БАММ-1 ТУ 25-11.1513-79	Цена деления 1 кПа Диапазон измерений атмосферного давления от 60 до 120 кПа	5.1	5.1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.013Д

Лист
6

Продолжение таблицы 2.1

Наименование средств поверки и вспомогательного оборудования	Основные метрологические характеристики	Номер пункта методики при	
		первичной поверке	периодической поверке
Психрометрический гигрометр ВИТ-1	Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 20 % до 90 % Погрешность измерения не более 5 %	5.1	5.1
Дозиметр гамма-излучения	Нижняя граница диапазона измерений не более 0,1 мкЗв/ч Допускаемая основная относительная погрешность не более 30 %	5.1	5.1
Источник постоянного тока низковольтный Б5-48А РГЗ.233.001	Напряжение от 0 до 50 В; Ток от 0 до 2 А	7.2	7.2
		7.3	7.3

Примечания

1 Допускается использовать другие эквивалентные средства измерений, обеспечивающие заданные пределы и точность измерений.

2.2 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке и (или) клейма.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
НМИУ.412131.013Д				Лист
				7

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению измерений и обработке результатов измерений допускают лиц, аттестованных в установленном порядке в качестве поверителей спектрометрической и радиометрической аппаратуры, изучивших настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации НМИУ.412131.013РЭ и руководство оператора 589.6378.00829-01 34 01 программы "СЕГ-02Гр".

[illegible]

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки спектрометра должны соблюдаться требования безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации НМИУ.412131.013РЭ.

4.2 При проведении поверки должны быть соблюдены "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010" и требования "Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009".

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

5 Условия поверки

5.1 Поверку необходимо проводить в нормальных климатических условиях по ГОСТ 27451-87:

- температура окружающего воздуха (20^{+5}_{-5}) °C;
- относительная влажность воздуха (60^{+20}_{-30}) %;
- атмосферное давление ($101,3^{+5,4}_{-15,3}$) кПа;
- внешний фон гамма-излучения не более 0,20 мкЗв/ч.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						10

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки спектрометра необходимо выполнить следующие действия:

- внимательно ознакомиться с руководством по эксплуатации спектрометра и руководством оператора 589.6378.00829-01 34 01 программы "СЕГ-02Гр";
- извлечь спектрометр из упаковки и расположить его на рабочем месте;
- собрать схему поверки спектрометра в соответствии с приложением А;
- подготовить спектрометр к работе в соответствии с руководством по эксплуатации НМИУ.412131.013РЭ (смотри "Подготовка изделия к использованию");
- подготовить средства измерения и вспомогательное оборудование в соответствии с их технической документацией.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
НМИУ.412131.013Д				Лист
				11

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра необходимо установить следующее:

- соответствие комплектности поверяемого спектрометра НМИУ.412131.013ПС (раздел 4);
- наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- отсутствие загрязнения, механических повреждений, влияющих на работу спектрометра.

7.1.2 При положительных результатах внешнего осмотра перейти к опробованию спектрометра.

7.2 Опробование

7.2.1 Опробование спектрометра проводят в следующем порядке:

- включить источник питания спектрометра;
- включить ЭВМ;
- запустить программу "СЕГ-02Гр";
- не ранее чем через 30 мин после включения спектрометра выдать из главного меню программы "СЕГ-02Гр" команду на проведение его тестовой проверки в соответствии с руководством оператора этой программы;
- контролировать появление сообщения "Тест прошел нормально" на экране ЭВМ.

7.2.2 При положительных результатах опробования приступить к поверке спектрометра.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение диапазона энергий регистрируемого гамма – излучения и основной погрешности характеристики преобразования спектрометра

7.3.1.1 Определение диапазона энергий регистрируемого гамма – излучения и предела допускаемой основной погрешности характеристики преобразования проводят с использованием источников гамма-излучения типа ОСГИ-3, перечень которых приведен в таблице 7.1.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	НМИУ.412131.013Д					Лист
										12
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Таблица 7.1

Источник гамма- излучения типа ОСГИ-3	Энергии гамма-излучения, используемые для определения диапазона энергий и предела допускаемой основной погрешности характеристики преобразования, МэВ	Энергия пика полного поглощения, в котором необходимо накопить не менее 10000 импульсов, МэВ
^{57}Co	0,122	0,122
^{137}Cs	0,662	0,662
^{60}Co	1,332	1,332
^{152}Eu	0,344; 1,408	1,408
^{228}Th	0,583; 2,614	2,614

7.3.1.2 Войти в режим "Метрология".

7.3.1.3 Поместить источник гамма-излучения ^{57}Co на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора в соответствии с рисунком 1 на таком расстоянии (не более 7 см), чтобы статистическая загрузка на входе спектрометра не превышала $3,0 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$.

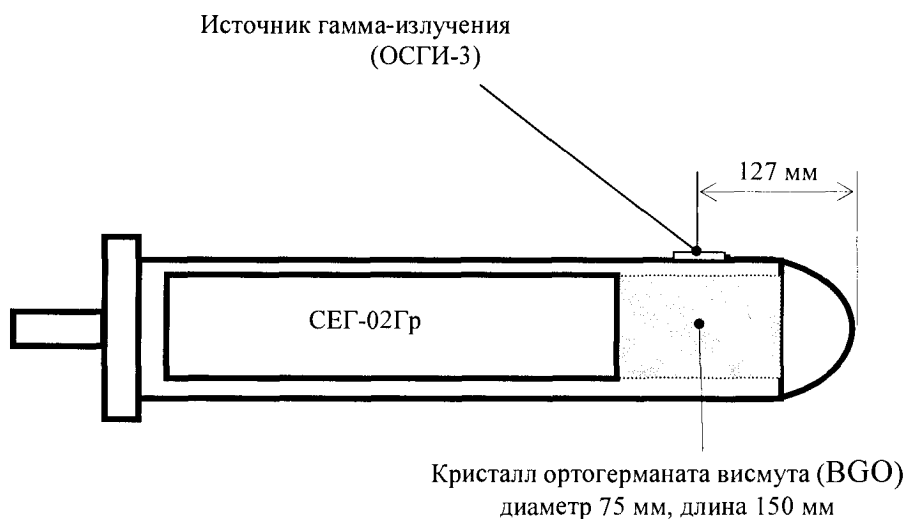


Рисунок 1

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						13

7.3.1.4 Повести набор спектра до достижения числа отсчетов в пике полного поглощения энергии 0,122 МэВ не менее 10000 импульсов, сохранить спектр, зарегистрировать время набора спектра (время экспозиции), отображаемое в окне вывода информации.

7.3.1.5 Убрать источник и провести набор спектра фона при том же времени экспозиции, сохранить спектр фона.

7.3.1.6 Вычесть из спектра источника спектр фона, спектр с исключенным фоном сохранить в архиве.

7.3.1.7 В соответствии с руководством оператора в спектре с исключенным фоном провести обработку пика полного поглощения энергии 0,122 МэВ в режиме "Обработка участка" – "Моноплет" и зарегистрировать номер канала n_i , соответствующий положению максимума пика полного поглощения. Номер канала отображается на экране монитора ЭВМ в поле отображения результатов обработки.

7.3.1.8 Выполнить операции по 7.3.1.3 - 7.3.1.7 для всех источников гамма-излучения, указанных в таблице 7.1, при этом:

- 1) при выполнении операций по перечислению 7.3.1.3 использовать очередной источник гамма-излучения из числа перечисленных в таблице 7.1;
- 2) при выполнении операций по перечислению 7.3.1.4 проводить набор гамма-спектра до достижения числа отсчетов не менее 10000 импульсов в пике полного поглощения энергии, указанной в таблице 7.1 для установленного источника;
- 3) при выполнении операций по перечислению 7.3.1.7 проводить обработку пиков полного поглощения энергий гамма-излучения, указанных в таблице 7.1 для установленного источника.

7.3.1.9 В соответствии с руководством оператора заполнить "Градуировочную таблицу" экспериментальными данными ("Канал N" – номер канала положения центроиды пика полного поглощения, "Энергия E" – энергия гамма-излучения, соответствующая пику полного поглощения, МэВ), указать количество экспериментальных точек, которое будет участвовать в аппроксимации характеристики преобразования прямой линией методом наименьших квадратов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д					Лист
										14

7.3.1.10 Нажать последовательно кнопки "Принять", "Просмотр". На экран монитора выводится окно, отображающее в графическом виде характеристику преобразования и основную погрешность характеристики преобразования – интегральную нелинейность (ИНЛ) спектрометра, рассчитанную в соответствии с разделом 4 ГОСТ 26874-86. Зафиксировать значение ИНЛ.

7.3.1.11 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученное значение ИНЛ лежит в пределах $\pm 1 \%$.

7.3.2 Определение относительного энергетического разрешения спектрометра для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида ^{137}Cs .

7.3.2.1 Войти в режим "Метрология".

7.3.2.2 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора (рисунок 1).

7.3.2.3 Провести набор спектра до достижения числа отсчетов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ не менее 10000 импульсов, сохранить спектр, зарегистрировать время набора спектра (время экспозиции), отображаемое в окне вывода информации;

7.3.2.4 Убрать источник и провести набор спектра фона при том же времени экспозиции, сохранить спектр фона.

7.3.2.5 Вычесть из спектра источника спектр фона, спектр с исключенным фоном сохранить в архиве.

7.3.2.6 В соответствии с руководством оператора в спектре с исключенным фоном провести обработку пика полного поглощения энергии 0,662 МэВ и зарегистрировать полученное при обработке относительное энергетическое разрешение, отображаемое на экране монитора в поле отображения результатов обработки.

7.3.2.7 Результаты поверки считаются положительными, если относительное энергетическое разрешение спектрометра не более 12 %.

7.3.3 Определение чувствительности спектрометра при регистрации в воздухе гамма-излучения источника типа ОСГИ-3 радионуклида ^{137}Cs ,

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	НМИУ.412131.013Д					Лист
										15
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

расположенного на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора по пику полного поглощения

7.3.3.1 Войти в режим "Метрология".

7.3.3.2 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора (рисунок 1).

7.3.3.3 Провести набор спектра до достижения числа отсчетов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ не менее 10000 импульсов, сохранить спектр, зарегистрировать время набора спектра (время экспозиции), отображаемое в окне вывода информации. Измерения провести 10 раз.

7.3.3.4 Убрать источник и провести набор спектра фона при том же времени экспозиции, сохранить спектр фона.

7.3.3.5 Вычесть из спектров источника спектр фона, спектры с исключенным фоном сохранить в архиве.

7.3.3.6 В соответствии с руководством оператора в каждом i -м спектре с исключенным фоном провести обработку пика полного поглощения энергии 0,662 МэВ и зарегистрировать полученное количество импульсов.

7.3.3.7 Рассчитать чувствительность спектрометра при регистрации в воздухе гамма-излучения источника радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 по формуле

$$\varepsilon_i(^{137}\text{Cs}) = \frac{N_i(^{137}\text{Cs})}{t_{^{137}\text{Cs}} \cdot A(^{137}\text{Cs})}, \quad (7.1)$$

где $\varepsilon_i(^{137}\text{Cs})$ – чувствительность регистрации гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs , $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$;

$N_i(^{137}\text{Cs})$ – количество импульсов в пике полного поглощения, полученное в результате обработки i -го спектра по 7.3.3.6;

$A(^{137}\text{Cs})$ – активность источника радионуклида ^{137}Cs на момент измерения, (паспортное значение с учетом поправки на радиоактивный распад), Бк;

$t_{^{137}\text{Cs}}$ – время набора спектра при измерении источника гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs , с.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист 16
------	------	----------	-------	------	------------------	------------

7.3.3.8 Рассчитать среднее значение чувствительности спектрометра по формуле

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum \varepsilon_i(^{137}\text{Cs})}{10}, \quad (7.2)$$

7.3.3.9 Рассчитать среднее квадратическое отклонение от среднего S_{ε} и относительное среднее квадратическое отклонение результата измерения чувствительности δ_{ε} по формулам

$$S_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{\sum (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{9 \cdot 10}}, \quad (7.3)$$

$$\delta_{\varepsilon} = \frac{S_{\varepsilon}}{\bar{\varepsilon}} \cdot 100\%; \quad (7.4)$$

7.3.3.10 Рассчитать общую погрешность определения чувствительности для 95 %-го доверительного интервала при десяти измерениях по формуле

$$\Delta = \frac{1,1 \cdot \delta_{A_0} + 2,3 \cdot \delta_{\varepsilon}}{\sqrt{\frac{1}{3} \delta_{A_0}^2 + \delta_{\varepsilon}^2}} \cdot \sqrt{\delta_{\varepsilon}^2 + \frac{1}{3} \delta_{A_0}^2}, \quad (7.5)$$

где δ_{A_0} - относительная погрешность аттестации источника радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3, %;

7.3.3.11 Результаты первичной поверки считают положительными, если чувствительность спектрометра к гамма-излучению радионуклида ^{137}Cs находится в пределах $(1,2 \pm 0,24) \cdot 10^{-1} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

7.3.3.12 Результаты периодической поверки считают положительными, если полученное значение чувствительности удовлетворяет условию

$$|\bar{\varepsilon} - \bar{\varepsilon}_0| \leq \sqrt{\Delta^2 + \Delta_0^2} \quad (7.6)$$

где $\bar{\varepsilon}$ и $\bar{\varepsilon}_0$ - соответственно измеренное и определенное при первичной поверке значение чувствительности;

Δ и Δ_0 - соответственно рассчитанное и определенное при первичной поверке значение общей погрешности определения чувствительности для 95 %-го доверительного интервала.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д					Лист
										17

7.3.4 Определение чувствительности спектрометра при регистрации в воздухе гамма-излучения источника типа ОСГИ-3 радионуклида ^{152}Eu , расположенного на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора по пику полного поглощения

7.3.4.1 Войти в режим "Метрология".

7.3.4.2 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{152}Eu типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора (рисунок 1).

7.3.4.3 Провести набор спектра до достижения числа отсчетов в пике полного поглощения энергии 1,408 МэВ не менее 10000 импульсов, сохранить спектр, зарегистрировать время набора спектра (время экспозиции), отображаемое в окне вывода информации. Измерения провести 10 раз.

7.3.4.4 Убрать источник и провести набор спектра фона при том же времени экспозиции, сохранить спектр фона.

7.3.4.5 Вычесть из спектров источника спектр фона, спектры с исключенным фоном сохранить в архиве.

7.3.4.6 В соответствии с руководством оператора в каждом i -м спектре с исключенным фоном провести обработку пика полного поглощения энергии 1,408 МэВ и зарегистрировать полученное количество импульсов.

7.3.4.7 Рассчитать чувствительность спектрометра при регистрации в воздухе гамма-излучения энергии 1,408 МэВ источника радионуклида ^{152}Eu типа ОСГИ-3 по формуле

$$\varepsilon_i(^{152}\text{Eu}) = \frac{N_i(^{152}\text{Eu})}{t_{152\text{Eu}} \cdot A(^{152}\text{Eu})}, \quad (7.7)$$

где $\varepsilon_i(^{152}\text{Eu})$ – чувствительность регистрации гамма-излучения радионуклида ^{152}Eu , рассчитанная в результате обработки i -го спектра, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$;

$N_i(^{152}\text{Eu})$ – количество импульсов в пике полного поглощения энергии 1,408 МэВ, полученное в результате обработки i -го спектра по 7.3.4.6;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д					Лист
										18

$A(^{152}\text{Eu})$ – активность источника радионуклида ^{152}Eu на момент измерения, (паспортное значение с учетом поправки на радиоактивный распад), Бк;

$t_{^{152}\text{Eu}}$ – время набора спектра при измерении источника гамма-излучения радионуклида ^{152}Eu , с;

7.3.4.8 Рассчитать среднее значение чувствительности спектрометра по формуле

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum \varepsilon_i(^{152}\text{Eu})}{10}, \quad (7.8)$$

7.3.4.9 Рассчитать среднее квадратическое отклонение от среднего $S_{\bar{\varepsilon}}$ и относительное среднее квадратическое отклонение результата измерения чувствительности $\delta_{\bar{\varepsilon}}$ по формулам

$$S_{\bar{\varepsilon}} = \sqrt{\frac{\sum (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{9 \cdot 10}}; \quad (7.9)$$

$$\delta_{\bar{\varepsilon}} = \frac{S_{\bar{\varepsilon}}}{\bar{\varepsilon}} \cdot 100\%; \quad (7.10)$$

7.3.4.10 Рассчитать общую погрешность определения чувствительности для 95%-ного доверительного интервала при десяти измерениях по формуле

$$\Delta = \frac{1,1 \cdot \delta_{A_0} + 2,3 \cdot \delta_{\bar{\varepsilon}}}{\sqrt{\frac{1}{3} \delta_{A_0}^2 + \delta_{\bar{\varepsilon}}^2}} \cdot \sqrt{\delta_{\bar{\varepsilon}}^2 + \frac{1}{3} \delta_{A_0}^2}; \quad (7.11)$$

где δ_{A_0} - относительная погрешность аттестации источника радионуклида ^{152}Eu типа ОСГИ-3, %.

7.3.4.11 Результаты первичной поверки считают положительными, если чувствительность спектрометра к гамма-излучению энергии 1,408 МэВ радионуклида ^{152}Eu находится в пределах $(2,3 \pm 0,46) \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

7.3.4.12 Результаты периодической поверки считают положительными, если полученное значение чувствительности удовлетворяет условию

$$|\bar{\varepsilon} - \varepsilon_0| \leq \sqrt{\Delta^2 + \Delta_0^2}, \quad (7.12)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата					
	Инв. № дубл.					
	Взам. инв. №					
	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						19

где $\bar{\varepsilon}$ и $\bar{\varepsilon}_0$ - соответственно измеренное и определенное при первичной поверке значение чувствительности;

Δ и Δ_0 - соответственно рассчитанное и определенное при первичной поверке значение общей погрешности определения чувствительности для 95 %-го доверительного интервала.

7.3.5 Определение скорости счета импульсов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ от контрольного источника ^{137}Cs

7.3.5.1 Войти в режим "Метрология".

7.3.5.2 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора (рисунок 1).

7.3.5.3 Провести набор спектра до достижения числа отсчетов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ не менее 10000 импульсов, сохранить спектр, зарегистрировать время набора спектра (время экспозиции), отображаемое в окне вывода информации.

7.3.5.4 Убрать источник и провести набор спектра фона при том же времени экспозиции, сохранить спектр фона.

7.3.5.5 Вычесть из спектра источника спектр фона, спектр с исключенным фоном сохранить в архиве.

7.3.5.6 В соответствии с руководством оператора в спектре с исключенным фоном провести обработку пика полного поглощения энергии 0,662 МэВ и зарегистрировать полученное количество импульсов.

7.3.5.7 Рассчитать скорость счета импульсов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ n , с^{-1} , по формуле

$$n = N/t, \quad (7.13)$$

где N - количество импульсов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ;

t – время накопления спектра, с;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						20

7.3.5.8 Вычисленное значение скорости счета импульсов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ занести в рабочий журнал;

7.3.5.9 При первичной поверке результат определения скорости счета импульсов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ заносят в свидетельство о поверке с указанием номера контрольного источника и геометрии измерения.

Результат периодической поверки считают положительным, если выполняется условие:

$$\frac{\left| n - n_0 \cdot \exp\left(-\frac{0,693 \cdot t}{T_{1/2}}\right) \right|}{n_0 \cdot \exp\left(-\frac{0,693 \cdot t}{T_{1/2}}\right)} \cdot 100 \leq 10 \%, \quad (7.14)$$

где n и n_0 – соответственно измеренное и определенное при первичной поверке значение скорости счета импульсов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ от контрольного источника гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs , с^{-1}

t - время, прошедшее от первичной до периодической поверки, сут;

$T_{1/2}$ - период полураспада радионуклида ^{137}Cs , равный 11019 сут.

7.3.6 Определение времени установления рабочего режима, определение нестабильности показаний спектрометра (нестабильности характеристики преобразования) в течение 72 ч непрерывной работы

7.3.5.1 Включить спектрометр.

7.3.5.2 Поместить источник радионуклида ^{228}Th на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора на таком расстоянии от боковой поверхности, чтобы статистическая загрузка на входе спектрометра не превышала $3,0 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$. По истечении времени, необходимого для установления рабочего режима (30 мин.), провести набор спектра до достижения числа отсчетов в пике полного поглощения энергии 2,614 МэВ не менее 10000 импульсов, зарегистрировать время набора спектра (время экспозиции), отображаемое в окне вывода информации. Зафиксировать положение источника радионуклида ^{228}Th .

7.3.5.3 Выключить спектрометр и после выдержки в течение 2 ч включить его.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д					Лист
										21

7.3.5.4 По истечении времени, необходимого для установления рабочего режима (30 мин.), провести набор спектра за время экспозиции, определенное по 7.3.5.2, сохранить спектр;

7.3.5.5 Не выключая спектрометр проводить набор спектра при том же времени экспозиции с интервалом 1 ч в течение 72 ч непрерывной работы. Сохранить спектры.

7.3.5.6 В соответствии с руководством оператора программы “СЕР-02Гр” провести обработку пиков полного поглощения энергии 0,238 МэВ и 2,614 МэВ во всех измеренных за время непрерывной работы спектрах. Зарегистрировать полученные при обработке номера канала n_{li} и n_{hi} , соответствующие положению максимумов пиков полного поглощения.

7.3.5.7 Рассчитать среднее значение положения пиков полного поглощения $\overline{n_{cl}}$ и $\overline{n_{ch}}$ по формулам

$$\overline{n_{cl}} = \frac{\sum n_{li}}{m}, \quad (7.15)$$

$$\overline{n_{ch}} = \frac{\sum n_{hi}}{m}, \quad (7.16)$$

где m – число измерений.

7.3.5.8 Рассчитать средние квадратические отклонения для обоих пиков полного поглощения по формулам

$$\sigma_l = \sqrt{\frac{\sum (n_{li} - \overline{n_{cl}})^2}{m - 1}}, \quad (7.17)$$

$$\sigma_h = \sqrt{\frac{\sum (n_{hi} - \overline{n_{ch}})^2}{m - 1}}, \quad (7.18)$$

7.3.5.9 Из полученных значений σ_l и σ_h , выбрать максимальное $\sigma_{\max}$ и рассчитать временную нестабильность D_t в процентах по формуле

$$D_t = \frac{\sigma_{\max} \cdot K}{E_h} \cdot 100, \quad (7.19)$$

где K – энергетическая ширина канала, кэВ;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						22

E_h – энергия гамма – излучения радионуклида ^{228}Th , равная 2614 кэВ.

7.3.5.10 Результаты поверки считают положительными, если временная нестабильность D_t не превышает 2%.

7.3.7 Определение максимальной входной статистической загрузки спектрометра

7.3.6.1 Войти в режим "Метрология" программы "СЕР-02Гр".

7.3.6.2 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора на таком расстоянии, при котором входная статистическая загрузка (скорость счета в энергетическом диапазоне от 0,1 до 3,0 МэВ) находилась в пределах от $9,0 \cdot 10^2$ до $1,1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$.

7.3.6.3 Провести набор спектра до достижения числа отсчетов в пике полного поглощения энергии 0,662 МэВ не менее 10000 импульсов.

7.3.6.4 В соответствии с руководством оператора программы "СЕР-02Гр" провести обработку пика полного поглощения энергии 0,662 МэВ и зарегистрировать полученное при обработке относительное энергетическое разрешение η_1 и номер канала n_1 , соответствующий положению максимума пика полного поглощения.

7.3.6.5 Не изменяя положения базового источника, установить дополнительный источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs с большей активностью на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора на таком расстоянии, при котором входная статистическая загрузка (скорость счета в энергетическом диапазоне от 0,1 до 3,0 МэВ) находилась в пределах от $4,5 \cdot 10^4$ до $5,5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$.

7.3.6.6 Выполнить операции по 7.3.6.3 – 7.3.6.4.

7.3.6.7 Вычислить относительное смещение δ_n положения максимума пика полного поглощения и относительное изменение разрешения δ_η в процентах по формулам

$$\delta_n = \frac{n_2 - n_1}{n_1} * 100, \quad (7.20)$$

$$\delta_\eta = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_1} * 100, \quad (7.21)$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						23

где n_1 – номер канала, соответствующий положению максимума пика полного поглощения гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, полученный при входной статистической загрузке, равной $1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$;

η_1 – относительное энергетическое разрешение для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, полученное при входной статистической загрузке, равной $1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$;

n_2 – номер канала, соответствующий положению максимума пика полного поглощения гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, полученный при входной статистической загрузке, равной $5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$;

η_2 – относительное энергетическое разрешение для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, полученное при входной статистической загрузке, равной $5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$.

7.3.6.8 Результаты поверки считают положительными, если относительное смещение δ_n положения максимума пика полного поглощения гамма-излучения энергии 0,662 МэВ не превышает 1% и относительное изменение разрешения δ_η для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ не превышает 15%.

7.3.8 Проверка обеспечения спектрометром измерения скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ

7.3.7.1 Используется источник гамма-излучения радионуклида ^{228}Th типа ОСГИ-3.

7.3.7.2 Войти в режим "Метрология".

7.3.7.3 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{228}Th типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора.

7.3.7.4 Провести набор гамма-спектра до достижения числа отсчетов в энергетическом диапазоне от 1,8 до 3,0 МэВ не менее 10000 импульсов, сохранить спектр.

7.3.7.5 В соответствии с руководством оператора войти в режим обработки спектра, с помощью маркера выделить энергетическое окно от 0,1 до 1,3 МэВ (нижняя и верхняя граница энергетического окна устанавливаются в пределах $\pm 6 \text{ кэВ}$) и далее определить количество зарегистрированных импульсов N_i в этом окне.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						24

7.3.7.6 Повторить действия по 7.3.7.5 для энергетических диапазонов от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ;

7.3.7.7 Вычислить отклонение количества зарегистрированных импульсов ΔN_i в процентах, определенных по 7.3.7.5 и 7.3.7.6, от количества импульсов, зарегистрированных спектрометром в соответствующих энергетических диапазонах, по формуле

$$\Delta N_i = \frac{|N_i - N_{oi}| \cdot 100}{N_{oi}}, \quad (7.22)$$

где N_{oi} – количество импульсов, зарегистрированное спектрометром в i -м энергетическом диапазоне и отображаемое на экране монитора после набора спектра;

N_i – количество импульсов в i -м энергетическом диапазоне, определенное по 7.3.7.5 и 7.3.7.6;

7.3.7.8 Результаты поверки считают положительными, если значения ΔN_i не более 10 %.

7.3.9 Подтверждение соответствия программного обеспечения

7.3.8.1 Подтверждение соответствия ПО «СЕГ-02Гр» при поверке.

С учетом технологии первоначальной установки ПО «СЕГ-02Гр» с дистрибутивного лазерного диска (CD ROM), подтверждение соответствия программного обеспечения проводится в два этапа.

7.3.8.2 На первом этапе проверки соответствия ПО СИ на ЭВМ в разделе C:\СЕГ-02Гр\ проверяется наличие и соответствие идентификационного наименования программного модуля RAD.EXE.

7.3.8.3 На втором этапе проверки выполняются операции по определению цифрового идентификатора для модуля программного обеспечения. Вычисление цифрового идентификатора производится посредством подсчета контрольной суммы по методу MD5. Соответствие подтверждается сравнением вычисленного цифрового идентификатора с указанным значением в «Описании типа СИ» (при первичной поверке) или в «Свидетельстве о первичной поверке» (при периодической поверке).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						25

8 Оформление результатов поверки

8.1 При проведении поверки необходимо вести протокол поверки по форме, приведенной в приложении Б.

8.2 Положительные результаты поверки оформляют следующим порядком:

- перед вводом спектрометра в эксплуатацию – выдачей свидетельства о поверке по форме в соответствии с ГОСТ РВ 8.576-2000 (приложение В) и записью в разделе 10 паспорта НМИУ.412131.013ПС;

- при эксплуатации спектрометра – выдачей свидетельства о поверке по форме в соответствии с ГОСТ РВ 8.576-2000 (приложение В) и записью в разделе 9 паспорта НМИУ.412131.013ПС;

- при выпуске спектрометра после ремонта – выдачей свидетельства о поверке по форме в соответствии с ГОСТ РВ 8.576-2000 (приложение В) и записью в разделах 9 и 11 паспорта НМИУ.412131.013ПС.

8.3 В свидетельство о поверке спектрометра заносят следующие результаты, полученные в ходе поверки:

- диапазон энергий;
- основную относительную погрешность характеристики преобразования;
- относительное энергетическое разрешение для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида ^{137}Cs ;

- чувствительность спектрометра при расположении источника типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра по центру сцинтиллятора по пику полного поглощения гамма-излучения источников радионуклидов ^{137}Cs и ^{152}Eu ;

- нестабильность показаний спектрометра в течение 72 ч непрерывной работы.

8.4 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности спектрометра к применению по форме в соответствии с ГОСТ РВ 8.576-2000 (приложение Г).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

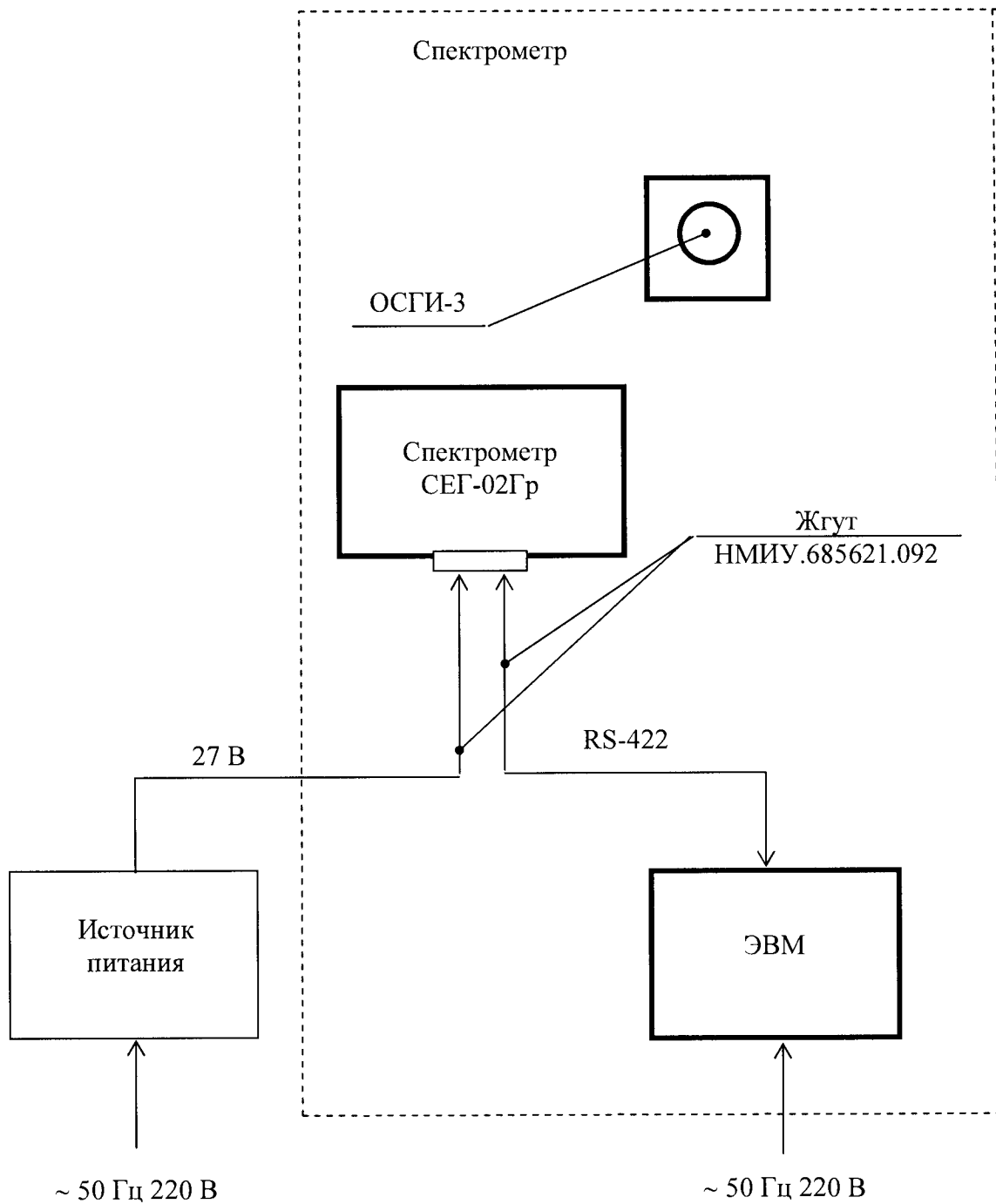
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.013Д

Лист
26

Приложение А
(обязательное)

Схема поверки спектрометра с использованием ОСГИ-3



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.013Д

Лист
27

Приложение Б
(рекомендуемое)
Протокол поверки

1 Поверяемый прибор: гамма - спектрометр СЕГ-02Гр № _____,
(заводской номер)
выпущенный (отремонтированный) _____
(дата выпуска или ремонта)

(предприятие-изготовитель или ремонтное предприятие)
принадлежащий _____
(наименование организации)

2 Условия поверки:

Температура окружающего воздуха _____ °С;

Атмосферное давление _____ кПа;

Относительная влажность _____ %;

Внешний фон гамма-излучения _____ мкЗв/ч.

3 Результаты поверки

3.1 Результаты внешнего осмотра _____

3.2 Результаты опробования _____

3.3 Результаты определения диапазона энергий и предела допускаемой основной погрешности характеристики преобразования

Т а б л и ц а 3.3.1

Энергия гамма- излучения, МэВ	Положение центроиды пика полного поглощения, канал	Диапазон энергий гамма-излучения, МэВ		Основная относительная погрешность характеристики преобразования, %	
		Измеренный	По ТУ	Измеренная	По ТУ, предел
0,122					1,0
0,583					
0,662					
0,344					
1,332					
1,408					
2,614					

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.013Д	Лист
						28

3.4 Результаты определения относительного энергетического разрешения и чувствительности спектрометра

Т а б л и ц а 3.4.1

Относительное энергетическое разрешение, %	
Измеренное	По ТУ
	не более 12

Т а б л и ц а 3.4.2

Чувствительность, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$	
Измеренная	По ТУ
	$(1,2 \pm 0,24) \cdot 10^{-1}$

Т а б л и ц а 3.4.3

Чувствительность, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$	
Измеренная	По ТУ
	$(2,3 \pm 0,46) \cdot 10^{-2}$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.013Д

Лист
29

3.5 Определение времени установления рабочего режима, определение неустойчивости показаний спектрометра

Т а б л и ц а 3.5.1

Время от начала измерения, ч	Положение максимума пика полного поглощения	
	энергии 0,238 МэВ, n_{li}	энергии 2,614 МэВ, n_{hi}
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.013Д

Лист
30

41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		

Т а б л и ц а 3.5.3

Гамма - спектрометр	Временная нестабильность , %	
	измеренная $D_t = \frac{\sigma_{\max} \cdot K}{E_h} \cdot 100,$	По ТУ
СЕГ-02Гр №	не более	не более 2

3.6 Результаты проверки обеспечения спектрометром измерения скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.013Д

Лист
31

Таблица 3.6

Энергетический диапазон, МэВ	Количество импульсов в i-ом энергетическом диапазоне,		Относительное отклонение $\Delta N_i = \frac{ N_i - N_{0i} \cdot 100}{N_{0i}}, \%$	
	зарегистрированное спектрометром, N_{0i}	полученное в результате обработки, N_i	измеренное	по ТУ
0,1 – 1,3				не более ± 10
1,3 – 1,8				
1,8 – 3,0				
0,1 – 3,0				

3.7 Результаты проверки максимально допустимой статистической загрузки

Таблица 3.7.1

Загрузка спектрометра, c^{-1}	Положение центроиды пика полного поглощения гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, канал	Разрешение для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, %
$1,0 \cdot 10^3$		
$5,0 \cdot 10^4$		

Таблица 3.7.2

Относительное смещение положения центроиды пика полного поглощения гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, %		Относительное изменение разрешения для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, %	
Измеренное	По ТУ	Измеренное	По ТУ
	не более 1		не более 15

3.8 Результаты проверки соответствия программного обеспечения

Вид проверки	Результат проверки
Проверка наличия программного модуля ПО	В каталоге C:\СЕГ-02\ присутствует (отсутствует) программный модуль rad.exe
Определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) программного обеспечения	Цифровой идентификатор (контрольная сумма исполняемого кода) программного модуля ПО:

4 Заключение _____

 Поверитель _____
 личная подпись _____ расшифровка подписи _____

_____ год, месяц, число

НМИУ.412131.013Д

Лист

32

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					НМИУ.412131.010Д	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		