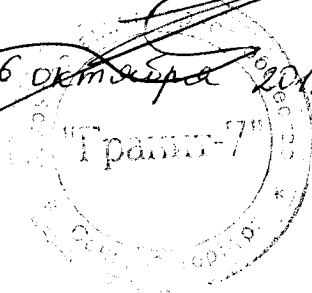


СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель
директора ЗАО «Гранит-7»

М.И. Калинин

16 октября 2012 г.



УТВЕРЖДАЮ

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

Н.И. Ханов

17 октября 2012 г.



СПЕКТРОМЕТР-РАДИОМЕТР МКГ-01Гр-1

Методика поверки
НМИУ.412131.010Д

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

Содержание

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	27
	Приложение А Схема поверки спектрометра-радиометра с использованием ОСГИ-3.....	28
	Приложение Б Протокол поверки.....	29

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

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

НМИУ.412131.010Д

Спектрометр-радиометр
МКГ-01Гр-1
Методика поверки

Лит.	Лист	Листов
	2	34

Настоящая методика поверки (далее – методика) распространяется на спектрометр-радиометр МКГ-01Гр-1 (далее – спектрометр-радиометр), 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-радиометров по ГОСТ РВ 8.576-2000.

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

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

Интервал между поверками – два года.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

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 каждого блока детектирования для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида ^{137}Cs	7.3.2	Да	Да
6	Определение чувствительности каждого блока детектирования при регистрации в воздухе гамма-излучения источника типа ОСГИ-3, расположенного на боковой поверхности спектрометра-радиометра по центру сцинтиллятора по пику полного поглощения	7.3.3	Да	Да
		7.3.4	Да	Да
7	Определение времени установления рабочего режима, определение нестабильности показаний спектрометра-радиометра в течение 72 ч непрерывной работы	7.3.5	Да	Нет
8	Определение максимальной входной статистической загрузки каждого блока детектирования спектрометра-радиометра	7.3.6	Да	Нет

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

Лист
4

Копировал

Формат А4

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
9	Проверка обеспечения спектрометром- радиометром 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	Да	Нет
10	Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3.8	Да	Да

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

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.412131.010Д

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.412131.010Д	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.412131.010РЭ и руководство оператора 589.6378.00831-01 34 01 программы "МКГ-01Гр-1".

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
НМИУ.412131.010Д				Лист
				8

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки спектрометра-радиометра должны соблюдаться требования безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации НМИУ.412131.010РЭ.

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						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д					Лист
										9

5 Условия поверки

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

- температура окружающего воздуха (20^{+5}_{-5}) °С;
- 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.412131.010Д	Лист
											10

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки спектрометра-радиометра необходимо выполнить следующие действия:

- внимательно ознакомиться с руководством по эксплуатации спектрометра-радиометра и руководством оператора 589.6378.00831-01 34 01 программы “МКГ-01Гр-1”;
- извлечь прибор УДЛГ-05С-К-1, входящий в состав спектрометра-радиометра, из упаковки и расположить его на рабочем месте;
- собрать схему поверки спектрометра-радиометра в соответствии с приложением А;
- подготовить спектрометр-радиометр к работе в соответствии с руководством по эксплуатации НМИУ.412131.010РЭ (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.412131.010Д				Лист
				11

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра необходимо установить следующее:

- соответствие комплектности поверяемого спектрометра-радиометра НМИУ.412131.010ПС (раздел 4);
- наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- отсутствие загрязнения, механических повреждений прибора УДЛГ-05С-К-1, влияющих на работу спектрометра-радиометра.

7.1.2 При положительных результатах внешнего осмотра перейти к опробованию спектрометра-радиометра.

7.2 Опробование

7.2.1 Опробование спектрометра-радиометра проводят в следующем порядке:

- включить источник питания прибора УДЛГ-05С-К-1;
- включить ЭВМ;
- запустить программу "МКГ-01Гр-1";
- не ранее чем через 30 мин после включения спектрометра-радиометра выдать из главного меню программы "МКГ-01Гр-1" 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-радиометра.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение диапазона энергий регистрируемого гамма – излучения и основной погрешности характеристики преобразования каждого блока детектирования

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						12

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 Установить одноканальный режим работы первого блока детектирования.

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

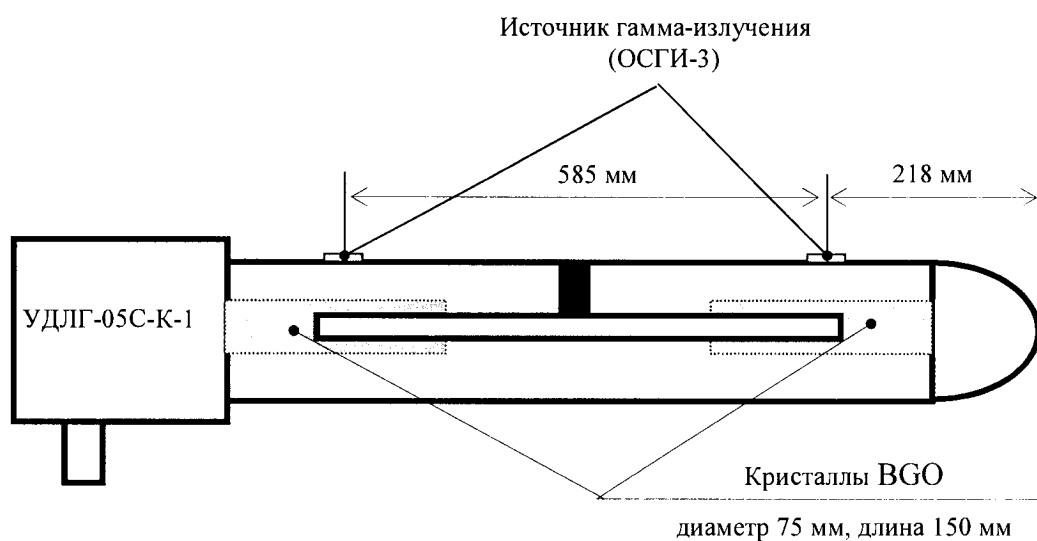


Рисунок 1

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

Лист
13

7.3.1.5 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.

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

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

7.3.1.8 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.

7.3.1.9 Выполнить операции по 7.3.1.4 - 7.3.1.8 для всех источников гамма-излучения, указанных в таблице 7.1, при этом:

- 1) при выполнении операций по перечислению 7.3.1.4 использовать очередной источник гамма-излучения из числа перечисленных в таблице 7.1;
- 2) при выполнении операций по перечислению 7.3.1.5 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 7.3.1.8 проводить обработку пиков полного поглощения энергий гамма-излучения, указанных в таблице 7.1 для установленного источника.

7.3.1.10 В соответствии с руководством оператора заполнить "Градуировочную таблицу" для первого блока детектирования 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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист 14
------	------	----------	-------	------	------------------	------------

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

7.3.1.12 Установить одноканальный режим работы второго блока детектирования.

7.3.1.13 Выполнить действия по 7.3.1.4 - 7.3.1.11 для второго блока детектирования.

7.3.1.4 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученное значение ИНЛ для каждого блока детектирования лежит в пределах $\pm 1 \%$.

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

7.3.2.1 Войти в режим "Метрология".

7.3.2.2 Установить одноканальный режим работы первого блока детектирования.

7.3.2.3 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра – радиометра по центру сцинтиллятора первого блока детектирования (рисунок 1).

7.3.2.4 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;

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

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

7.3.2.7 В соответствии с руководством оператора в спектре с исключенным фоном провести обработку пика полного поглощения энергии 0,662 МэВ и

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						15

зарегистрировать полученное при обработке относительное энергетическое разрешение, отображаемое на экране монитора в поле отображения результатов обработки.

7.3.2.8 Установить одноканальный режим работы второго блока детектирования.

7.3.2.9 Выполнить действия по перечислениям 7.3.2.3 - 7.3.2.7 для второго блока детектирования.

7.3.2.10 Результаты поверки считаются положительными, если относительное энергетическое разрешение каждого блока детектирования не более 12 %.

7.3.3 Определение чувствительности каждого блока детектирования при регистрации в воздухе гамма-излучения источника типа ОСГИ-3 радионуклида ^{137}Cs , расположенного на боковой поверхности спектрометра-радиометра по центру сцинтиллятора по пику полного поглощения

7.3.3.1 Войти в режим "Метрология".

7.3.3.2 Установить одноканальный режим работы первого блока детектирования.

7.3.3.3 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 на боковой поверхности прибора по центру сцинтиллятора первого блока детектирования (рисунок 1).

7.3.3.4 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.

7.3.3.5 Выполнить действия по 7.3.2.5 – 7.3.2.6.

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.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						16

7.3.3.7 Рассчитать чувствительность первого блока детектирования спектрометра-радиометра 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.

7.3.3.8 Рассчитать среднее значение чувствительности первого блока детектирования по формуле

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum \varepsilon_i}{10}; \quad (7.2)$$

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

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

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

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

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	НМИУ.412131.010Д					Лист
										17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

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

7.3.3.11 Установить одноканальный режим работы второго блока детектирования;

7.3.3.12 Выполнить действия по 7.3.3.3 - 7.3.3.10 для второго блока детектирования.

7.3.3.13 Результаты первичной поверки считают положительными, если чувствительность каждого блока детектирования к гамма-излучению радионуклида ^{137}Cs находится в пределах $(5,6 \pm 1,12) \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

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

$$|\bar{\varepsilon} - \varepsilon_0| \leq \sqrt{\Delta^2 + \Delta_0^2} \quad (7.6)$$

где $\bar{\varepsilon}$ и ε_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.

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

7.3.4.1 Войти в режим "Метрология".

7.3.4.2 Установить одноканальный режим работы первого блока детектирования.

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д					Лист
										18

7.3.4.4 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, затем выполнить действия по 7.3.2.5 – 7.3.2.6.

7.3.4.5 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.

7.3.4.6 Рассчитать чувствительность первого блока детектирования спектрометра-радиометра 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 7.3.4.5;

$A(^{152}\text{Eu})$ – 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;

7.3.4.7 Рассчитать среднее значение чувствительности первого блока детектирования по формуле

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum \varepsilon_i}{10}; \quad (7.8)$$

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						19

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

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

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

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

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

7.3.4.10 Установить одноканальный режим работы второго блока детектирования.

7.3.4.11 Выполнить действия по 7.3.4.3 - 7.3.4.9 для второго блока детектирования.

7.3.4.12 Результаты первичной поверки считают положительными, если чувствительность каждого блока детектирования к гамма-излучению энергии 1,408 МэВ радионуклида ^{152}Eu находится в пределах $(1,2 \pm 0,24) \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$.

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

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

где $\bar{\varepsilon}$ и ε_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 времени установления рабочего режима, определение нестабильности показаний спектрометра-радиометра (скорости счета импульсов в

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						20

четырёх 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) в течение 72 ч непрерывной работы

7.3.5.1 Включить спектрометр – радиометр.

7.3.5.2 По истечении времени, необходимого для установления рабочего режима (30 мин.), провести набор спектра фона в течение времени экспозиции 100 с, спектр сохранить в архиве.

7.3.5.3 Зафиксировать в спектре фона скорость счета в 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;

7.3.5.4 Поместить источник радионуклида ^{228}Th на одинаковом расстоянии от центров двух сцинтилляторов на расстоянии 15 см от боковой поверхности спектрометра – радиометра;

7.3.5.5 Провести регистрацию спектра гамма-излучения радионуклида ^{228}Th в течение времени экспозиции 100 с.

7.3.5.6 Зафиксировать скорость счета в 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.

7.3.5.7 Сравнить скорости счета, полученные по 7.3.5.3 и 7.3.5.6. Если скорости счета, полученные по 7.3.5.6 превышают соответствующие скорости счета, полученные по 7.3.5.5 менее чем в 2 раза, то придвинуть источник радионуклида ^{228}Th к корпусу спектрометра - радиометра и провести регистрацию спектра гамма-излучения радионуклида ^{228}Th в течение времени экспозиции 100 с.

7.3.5.8 Повторять действия по 7.3.5.7 пока скорости счета в 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 в спектре радионуклида ^{228}Th не будут превышать соответствующие скорости счета в спектре фона более чем в 2 раза. Зафиксировать положение источника радионуклида ^{228}Th .

7.3.5.9 Выключить спектрометр – радиометр и после выдержки в течение 2 ч включить его.

7.3.5.10 По истечении времени, необходимого для установления рабочего режима (30 мин.), провести набор спектра до достижения числа отсчетов в максимуме пика

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

Лист
21

полного поглощения энергии 2,614 МэВ не менее 1000 импульсов, сохранить спектр. Зафиксировать время экспозиции.

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

7.3.5.12 В соответствии с руководством оператора программы “МКГ-01Гр-1” 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.

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

$$\overline{n_{cl}} = \frac{\sum n_{li}}{m}, \quad (7.13)$$

$$\overline{n_{ch}} = \frac{\sum n_{hi}}{m}, \quad (7.14)$$

где m – число измерений.

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

$$\sigma_l = \sqrt{\frac{\sum (n_{li} - \overline{n_{cl}})^2}{m - 1}}, \quad (7.15)$$

$$\sigma_h = \sqrt{\frac{\sum (n_{hi} - \overline{n_{ch}})^2}{m - 1}}, \quad (7.16)$$

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

$$D_t = \frac{\sigma_{\max} \cdot K}{E_h} \cdot 100, \quad (7.17)$$

где K – энергетическая ширина канала, кэВ;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						22

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

7.3.5.16 В соответствии с руководством оператора программы “МКГ-01Гр-1” провести обработку измеренных в течение времени непрерывной работы спектров. Зарегистрировать полученные при обработке скорости счета в 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.

7.3.5.17 Рассчитать максимальное значение нестабильности показаний спектрометра-радиометра в i -м энергетическом диапазоне $\delta_{i \max}$ в процентах по формуле

$$\delta_{i \max} = \max \left\{ \frac{|N_{i1} - N_{ij}| \cdot 100}{N_{i1}} \right\}, \quad (7.18)$$

где N_{i1} – скорость счета импульсов, зарегистрированных спектрометром-радиометром в i -м энергетическом диапазоне при первом измерении;

N_{ij} – скорость счета импульсов, зарегистрированных спектрометром-радиометром в i -м энергетическом диапазоне при j -м измерении в течение 72 ч непрерывной работы.

7.3.5.18 Результаты поверки считают положительными, если временная нестабильность D_t не превышает 1%, а максимальное значение нестабильности показаний спектрометра-радиометра в i -м энергетическом диапазоне $\delta_{i \max}$ не превышает 10%.

7.3.6 Определение максимальной входной статистической загрузки каждого блока детектирования спектрометра-радиометра

7.3.6.1 Войти в режим "Метрология" программы “МКГ-01Гр-1”.

7.3.6.2 Установить однодетекторный режим работы первого блока детектирования.

7.3.6.3 Поместить источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра-радиометра по центру сцинтиллятора первого блока детектирования 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 $1,1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$.

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						23

7.3.6.5 В соответствии с руководством оператора программы “МКГ-01Гр-1” 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.

7.3.6.6 Установить источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs на боковой поверхности спектрометра-радиометра по центру сцинтиллятора первого блока детектирования 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 $5,5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$.

7.3.6.7 Выполнить операции по 7.3.6.4 – 7.3.6.5.

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

$$\delta_n = \frac{n_2 - n_1}{n_1} * 100, \quad (7.19)$$

$$\delta_\eta = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_1} * 100, \quad (7.20)$$

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 $5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$.

7.3.6.9 Установить одноканальный режим работы второго блока детектирования.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						24

7.3.6.10 Выполнить действия по 7.3.6.3 – 7.3.6.8 для второго блока детектирования.

7.3.6.11 Результаты поверки считают положительными, если для каждого блока детектирования 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%.

7.3.7 Проверка обеспечения спектрометром-радиометром 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 - радиометра на одинаковом расстоянии от центров двух сцинтилляторов.

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 ± 6 кэВ) и далее определить количество зарегистрированных импульсов N_i в этом окне.

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-радиометром в соответствующих энергетических диапазонах, по формуле

$$\Delta N_i = \frac{|N_i - N_{0i}| \cdot 100}{N_{0i}}, \quad (7.21)$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						25

где N_{oi} – количество импульсов, зарегистрированное спектрометром- радиометром 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 %.

7.3.8 Подтверждение соответствия программного обеспечения

7.3.8.1 Подтверждение соответствия ПО «МКГ-01Гр-1» при поверке.

С учетом технологии первоначальной установки ПО «МКГ-01Гр-1» 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:\MKG\ 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	Инв. № подл.	НМИУ.412131.010Д					Лист
											26
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

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-радиометра 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.412131.010ПС;

- при эксплуатации спектрометра-радиометра – выдачей свидетельства о поверке по форме в соответствии с ГОСТ РВ 8.576-2000 (приложение В) и записью в разделе 9 паспорта НМИУ.412131.010ПС;

- при выпуске спектрометра-радиометра 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.412131.010ПС.

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

- диапазон энергий;
- основную относительную погрешность характеристики преобразования каждого блока детектирования;
- относительное энергетическое разрешение каждого блока детектирования для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида ^{137}Cs ;
- чувствительность каждого блока детектирования при расположении источника типа ОСГИ-3 на боковой поверхности спектрометра-радиометра по центру сцинтиллятора по пику полного поглощения гамма-излучения источников радионуклидов ^{137}Cs и ^{152}Eu ;
- нестабильность показаний спектрометра-радиометра в течение 72 ч непрерывной работы.

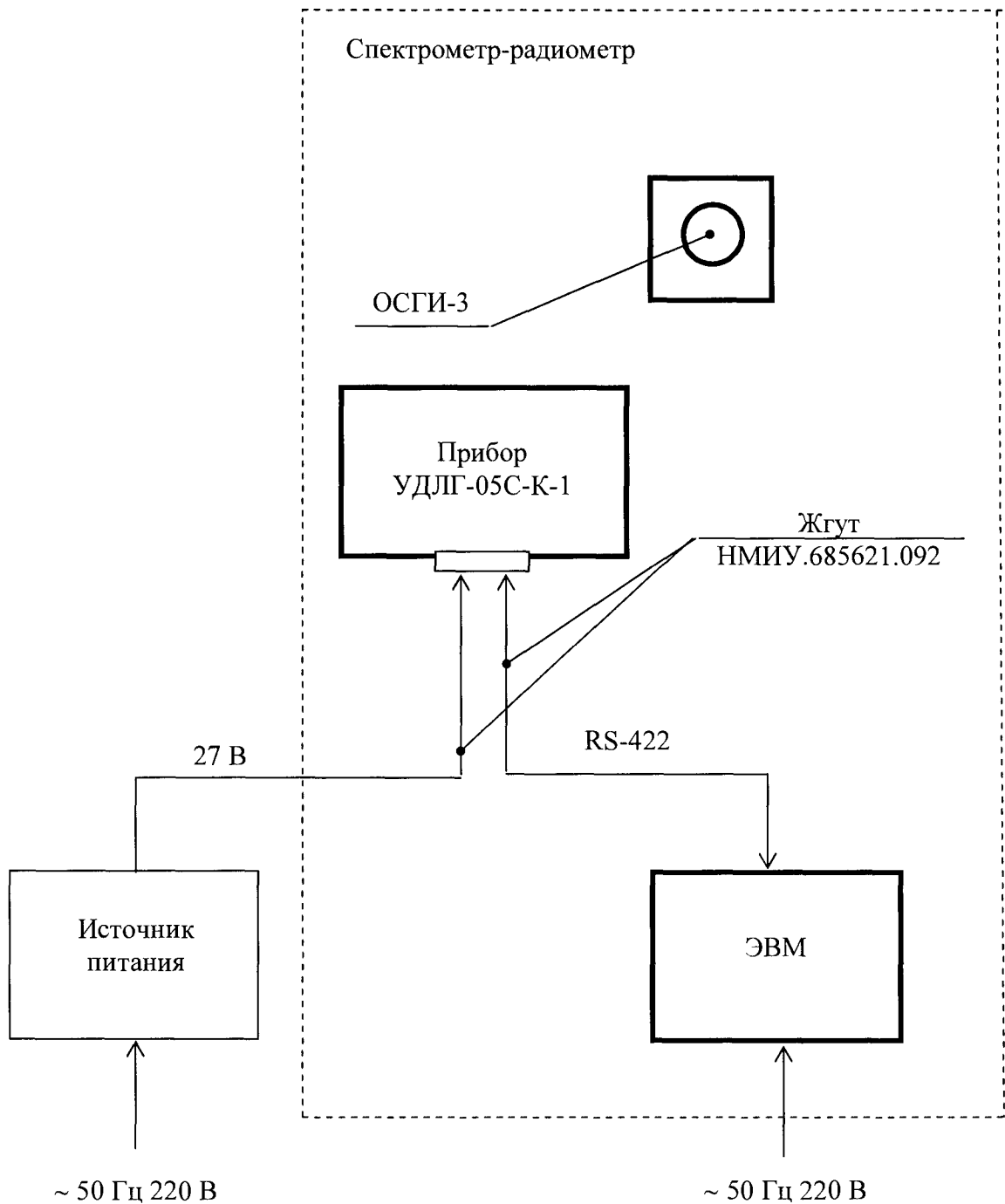
8.4 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности спектрометра-радиометра к применению по форме в соответствии с ГОСТ РВ 8.576-2000 (приложение Г).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						27

Приложение А
(обязательное)

Схема поверки спектрометра-радиометра с использованием ОСГИ-3



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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

Лист
28

Приложение Б
(рекомендуемое)
Протокол поверки

1 Поверяемый прибор: спектрометр-радиометр МКГ-01Гр-1 № _____,
(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	Первый блок детектирования				
	Положение центroids 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.412131.010Д

Лист
29

Т а б л и ц а 3.3.2

Энергия гамма-излучения, МэВ	Второй блок детектирования				
	Положение центroids 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					

3.4 Результаты определения относительного энергетического разрешения и чувствительности спектрометра-радиометра

Т а б л и ц а 3.4.1

Блок детектирования	Относительное энергетическое разрешение, %	
	Измеренное	По ТУ
Первый		не более 12
Второй		

Т а б л и ц а 3.4.2

Блок детектирования	Чувствительность, $\text{с}^{-1} \cdot \text{Бк}^{-1}$	
	Измеренная	По ТУ
Первый		$(5,6 \pm 1,12) \cdot 10^{-2}$
Второй		

Т а б л и ц а 3.4.3

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

НМИУ.412131.010Д

Лист
30

3.5 Определение времени установления рабочего режима, определение неустойчивости показаний спектрометра-радиометра

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_{ij}	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.412131.010Д

Лист
31

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		

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМИУ.412131.010Д	Лист
						32

Т а б л и ц а 3.5.2

Время от начала изме- рения, ч	Энергетический диапазон, МэВ							
	0,1 - 1,3		1,3 - 1,8		1,8 - 3,0		0,1 - 3,0	
	Скорость счета, N _{1j}	Отклоне- ние от первого измере- ния, %	Скорость счета, N _{2j}	Отклоне- ние от первого измере- ния, %	Скорость счета, N _{3j}	Отклоне- ние от первого измере- ния, %	Скорость счета, N _{4j}	Отклоне- ние от первого измере- ния, %
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								

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

Лист

33

Время от начала изме- рения, ч	Энергетический диапазон, МэВ							
	0,1 - 1,3		1,3 - 1,8		1,8 - 3,0		0,1 - 3,0	
	Скорость счета, N_{1j}	Отклоне- ние от первого измере- ния, %	Скорость счета, N_{2j}	Отклоне- ние от первого измере- ния, %	Скорость счета, N_{3j}	Отклоне- ние от первого измере- ния, %	Скорость счета, N_{4j}	Отклоне- ние от первого измере- ния, %
39								
40								
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								

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

Лист
34

Таблица 3.5.3

Спектрометр-радиометр	Временная нестабильность, %	
	измеренная $D_i = \frac{\sigma_{\max} \cdot K}{E_h} \cdot 100,$	По ТУ
МКГ-01Гр-1 №	не более	не более 2

Таблица 3.5.4

Спектрометр-радиометр	Нестабильность показаний спектрометра, %	
	измеренная $\delta_{i, \max} = \max \left\{ \frac{ N_{i1} - N_{ij} \cdot 100}{N_{i1}} \right\}$	По ТУ
МКГ-01Гр-1 №	не более	не более 10

3.6 Результаты проверки обеспечения спектрометр-радиометром 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

Таблица 3.6

Энергетический диапазон, МэВ	Количество импульсов в i-ом энергетическом диапазоне,		Относительное отклонение $\Delta N_i = \frac{ N_i - N_{oi} \cdot 100}{N_{oi}}, \%$	
	зарегистрированное спектрометр-радиометром, N_{oi}	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-радиометра, c^{-1}	Положение центроиды пика полного поглощения гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, канал		Разрешение для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ, %	
	первый блок детектирования	второй блок детектирования	первый блок детектирования	второй блок детектирования
$1,0 \cdot 10^3$				
$5,0 \cdot 10^4$				

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НМИУ.412131.010Д

Лист
35

Блок детекти- рования	Относительное смещение положения центроида 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
первый		не более 1		не более 15
второй				

ГОД, МЕСЯЦ, ЧИСЛО

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист
36

[illegible]

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