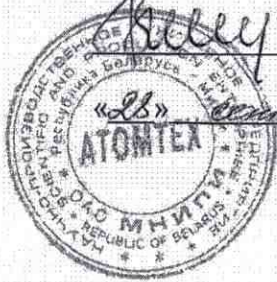


СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Директор УП «АТОМТЕХ»

Директор БелГИМ



[Signature] В.А.Кожемякин



[Signature] Н.А.Жагора

[Signature] 2012

[Signature] 2012

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

СПЕКТРОМЕТР МКГ-АТ1321

Методика поверки

ТИАЯ.412155.008 МП

МРБ МП. 2264 -2012

РАЗРАБОТЧИК

Главный метролог УП «АТОМТЕХ»

[Signature] В.Д.Гузов

[Signature] «24» сентября 2012

Начальник лаборатории

ядерной электроники УП «АТОМТЕХ»

[Signature] А.Н.Семеняко

[Signature] «24» сентября 2012

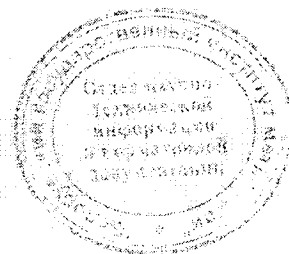
Шиб. н 15065 *[Signature]* 04.10.2012



Содержание

1	Вводная часть.....	3
2	Операции поверки.....	3
3	Средства поверки.....	4
4	Требования к квалификации поверителей.....	5
5	Требования безопасности.....	5
6	Условия поверки и подготовка к ней.....	5
7	Проведение поверки.....	6
8	Оформление результатов поверки.....	13
	Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки.....	14

Мэкс
B. A. Гусов



Листера, О.

1 Вводная часть

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на спектрометр МКГ-АТ1321 (далее – спектрометр), устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки и соответствует ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерений основных параметров», методическим указаниям МИ 1788-87 «Приборы дозиметрические для измерения экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в воздухе фотонного излучения. Методика поверки».

1.2 Первичной поверке подлежат спектрометры утвержденного типа, выпускаемые из производства.

1.3 Периодической поверке подлежат спектрометры, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через межповерочные интервалы.

Межповерочный интервал – 12 мес.

1.4 Внеочередной поверке до окончания срока действия периодической поверки подлежат спектрометры, выходящие из ремонта, влияющего на метрологические характеристики. Внеочередная поверка спектрометров после ремонта проводится в объеме, установленном в методике поверки для первичной поверки.

1.5 Поверка спектрометров должна осуществляться юридическими лицами государственной метрологической службы или аккредитованными поверочными лабораториями других юридических лиц.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик:	7.3	Да	Да
3.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и проверка диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения;	7.3.1	Да	Да
3.2 Определение относительного энергетического разрешения;	7.3.2	Да	Да
3.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs ;	7.3.3	Да	Да

Продолжение таблицы 2.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
3.4 Определение основной относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (мощности амбиентной дозы) гамма-излучения;	7.3.4, 7.3.5	Да	Да
4 Оформление результатов поверки	8.1–8.3	Да	Да

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении операций поверка должна быть прекращена.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки	Метрологические и основные технические характеристики
7.3.1–7.3.3	Эталонные спектрометрические источники гамма-излучения типа ОСГИ-3	Активность от 3 до 180 кБк. Диапазон энергий 59,6–2700 кэВ. Поток фотонов в телесный угол 4π стерadian от $7 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$ с ⁻¹ . Погрешность аттестации по активности не более ± 6 %
7.3.4, 7.3.5	Эталонная дозиметрическая установка гамма-излучения с набором источников ¹³⁷ Cs по ГОСТ 8.087-2000	Диапазон измерений мощности кермы в воздухе от 0,025 мкГр/ч до 80,0 мГр/ч. Погрешность аттестации установки не более ± 7 %
6.1	Термометр	Цена деления 1 °С. Диапазон измерений температуры от 10 °С до 40 °С
6.1	Барометр	Цена деления 1 кПа. Диапазон измерений атмосферного давления от 60 до 120 кПа
6.1	Измеритель влажности	Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 20 % до 90 %. Погрешность измерения не более ± 5 %.

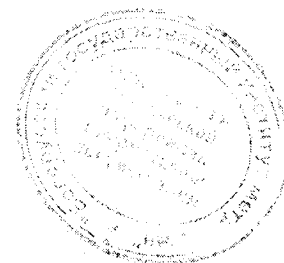


Таблица 3.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки	Метрологические и основные технические характеристики
6.1	Дозиметр гамма-излучения	Диапазон измерения внешнего фона гамма-излучения от 0,1 до 10 мкЗв/ч; Основная относительная погрешность $\pm 20\%$
<p>Примечания</p> <p>1 Все средства измерений должны иметь действующие клейма и (или) свидетельства о проведении поверки. Допускается применять другие средства измерений с метрологическими характеристиками не хуже указанных.</p> <p>2 Переход к единицам амбиентной дозы (Зв) от единиц кермы в воздухе (Гр) для гамма-излучения источника ^{137}Cs осуществляется с помощью коэффициента преобразования, равного 1,20 Зв/Гр.</p> <p>3 Для расчета контрольной суммы программного обеспечения допускается применять стандартные средства, например, Total Commander, Double Commander.</p>		

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей в установленном порядке.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.091-2012 для оборудования класса III (степень загрязнения 2, категория монтажа II).

5.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования СанПиН от 31.12.2013 № 137 Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения», СанПиН от 28.12.2012 № 213 Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности» и ГН от 28.12.2012 № 213 Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия», а также требования безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации на спектрометр.

5.3 Процесс поверки должен быть отнесен к работе с вредными условиями труда.

6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1 Поверку необходимо проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- внешний фон гамма-излучения не более 0,20 мкЗв/ч.

6.2 В помещении, где проводится поверка, не должно быть посторонних источников ионизирующих излучений.



6.3 При подготовке к поверке необходимо:

- а) внимательно ознакомиться с руководством по эксплуатации (далее – РЭ) на спектрометр;
- б) выдержать спектрометр в укладочном футляре в нормальных условиях в течение не менее 2 ч;
- в) извлечь спектрометр из укладочного футляра и расположить на рабочем месте;
- г) подготовить средства поверки в соответствии с их технической документацией;
- д) подготовить спектрометр к поверке согласно разделу 2 РЭ «Подготовка спектрометра к использованию».

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяют:

- соответствие комплектности поверяемого спектрометра требованиям раздела 1 РЭ в объеме, необходимом для поверки;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- наличие четких маркировочных надписей на спектрометре;
- отсутствие загрязнений, механических повреждений, влияющих на работу спектрометра.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании проводят:

- самоконтроль спектрометра;
- проверка соответствия программного обеспечения (ПО) спектрометра.

7.2.2 Самоконтроль спектрометра проводят в соответствии с разделом 3 РЭ:

а) включают питание спектрометра, при этом спектрометр должен автоматически перейти в режим самоконтроля и проверки работоспособности. На экране должно появиться сообщение «Прогрев выполняется. Пожалуйста, ждите...»;

б) в случае обнаружения неисправностей и нарушения работоспособности на экране спектрометра появится сообщение об ошибке;

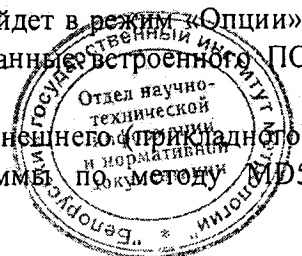
в) в случае успешного проведения самоконтроля спектрометр переходит в режим стабилизации.

7.2.3 Проверку соответствия внутреннего программного обеспечения (ПО) спектрометра проводят идентификацией ПО и проверкой обеспечения защиты ПО от несанкционированного доступа во избежание искажения результатов измерений.

После прохождения спектрометром успешного самоконтроля нажимают кнопку «1» («Отмена»), чтобы отказаться от проведения стабилизации. При этом спектрометр перейдет в режим «СПРД».

Нажимают кнопку «3» несколько раз, пока спектрометр не перейдет в режим «Опции». При этом на экране спектрометра наблюдают идентификационные данные встроенного ПО в соответствии с таблицей 7.1.

Определение цифровых идентификаторов исполняемых кодов внешнего ПО (файл SpectEx.exe) проводится вычислением контрольной суммы по методу MD5



с помощью внешней программы стороннего разработчика (например, стандартными средствами Total Commander или Double Commander). Номер версии программы «SpectEx» выводится на экран монитора при выборе функции «О программе» в режиме «Помощь».

Таблица 7.1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
SPiRiD1	SPiRiD1.hex	4.4B; 4.xB*	1c8d83f3**	CRC32
SPiRiD1SNM	SPiRiD1SNM.hex	4.4A; 4.xA*	6d4c9ac5**	CRC32
SpectEx	SpectEx.exe	1.1.0.3; 1.x.y.z	d73ad510602773 8ee074adcl db469 04e**	MD5

* x, y, z – составная часть номера версии ПО, принимаются равными от 1 до 99.
 ** Контрольная сумма относится к конкретной версии ПО.
 Идентификационные данные версий ПО 4.xB, 4.xA, 1.x.y.z вносят в раздел «Свидетельство о приемке» руководства по эксплуатации и в протокол поверки при первичной поверке

Результаты опробования считают удовлетворительными, если спектрометр после прохождения самоконтроля перешел в режим стабилизации, отсутствуют сообщения об ошибках и идентификационные данные внутреннего и внешнего ПО соответствуют приведенным в таблице 7.1.

7.3 Определение метрологических характеристик

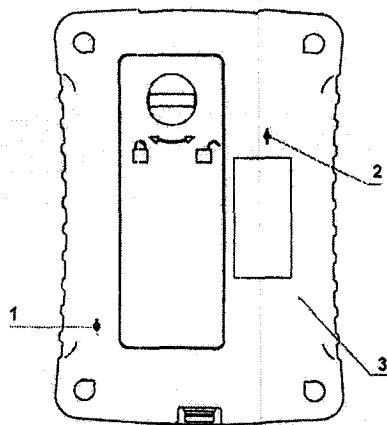
7.3.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и проверку диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения проводят в следующей последовательности:

- включают питание спектрометра согласно разделу 2 РЭ;
- проводят стабилизацию спектрометра согласно разделу 3 РЭ;
- переводят спектрометр в режим «РИД», введя специальный пароль согласно разделу 3 РЭ;
- устанавливают поочередно источники гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидами, указанными в таблице 7.2, на задней панели спектрометра симметрично относительно метки, обозначающей геометрический центр детектора NaI(Tl) (см. рисунок 1);

Таблица 7.2

Номер источника, i	1	2	3	4	5	6	7	8
Радионуклид	^{137}Cs	^{241}Am	^{57}Co	^{139}Ce	^{113}Sn	^{54}Mn	^{22}Na	^{228}Th
Энергия излучения E_{oi} , кэВ	32; 662	59,5	122	166	392	835		2614





1 – метка геометрического центра чувствительного объема счетчика Гейгера-Мюллера; 2 – метка геометрического центра детектора NaI(Tl); 3 – задняя панель спектрометра.

Рисунок 1 – Расположение центров детекторов спектрометра

д) согласно разделу 3 РЭ инициируют набор спектра для каждого источника гамма-излучения и наблюдают измеряемый спектр в каналах. По оси ординат происходит накопление импульсов в каналах спектра. По оси абсцисс нормируется зависимость между значениями энергии регистрируемого гамма-излучения и номерами каналов (характеристика преобразования спектрометра). Позиция подвижного маркера (вертикальная черта) на оси абсцисс отображается на экране спектрометра в табличном виде, а именно, после позиции маркера в каналах отображается значение энергии гамма-излучения в килоэлектронвольтах (кэВ), а далее – число импульсов по оси ординат в канале, в котором установлен маркер;

е) считают значение скорости счета импульсов от источника гамма-излучения, индицируемой в верхней строке экрана спектрометра. Скорость счета импульсов должна находиться в пределах от 250 до 10000 имп/с. Если это требование не выполняется, то изменяют расстояние между источником и спектрометром и повторяют операции согласно 7.3.1 (г–е);

ж) измеряют спектр от источника гамма-излучения до достижения интегрального числа импульсов в пике полного поглощения (ППП) не менее 10^4 согласно разделу 3 РЭ и определяют значение энергии гамма-излучения E_i , кэВ, согласно разделу 3 РЭ;

и) определяют основную относительную погрешность характеристики преобразования ПХП спектрометра в процентах по формуле

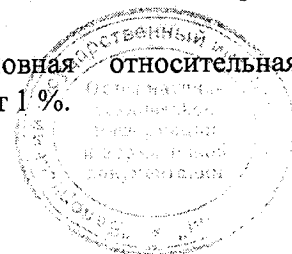
$$ПХП = \frac{\Delta E_{max}}{E_{max}} \cdot 100, \quad (1)$$

где ΔE_{max} – максимальное значение из рассчитанных разностей $\Delta E_i = |E_{oi} - E_i|$;

$E_{max} = 3000$ кэВ – верхняя граница диапазона энергий.

Определение ПХП одновременно является проверкой диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения.

Результаты поверки считают положительными, если основная относительная погрешность характеристики преобразования спектрометра не превышает 1 %.



7.3.2 Определение относительного энергетического разрешения проводят в следующей последовательности:

- а) включают питание спектрометра согласно разделу 2 РЭ;
- б) проводят стабилизацию спектрометра согласно разделу 3 РЭ;
- в) переводят спектрометр в режим «РИД», введя специальный пароль (см. раздел 3 РЭ);
- г) размещают и фиксируют вплотную к задней панели спектрометра источник гамма-излучения ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs симметрично относительно метки, обозначающей геометрический центр детектора NaI(Tl) (см. рисунок 1);
- д) иницируют набор спектра согласно разделу 3 РЭ;
- е) измеряют спектр гамма-излучения от источника типа ОСГИ-3 согласно разделу 3 РЭ до достижения интегрального числа импульсов в ППП с энергией 662 кэВ не менее $2 \cdot 10^4$, при этом входная статистическая загрузка должна быть не более 2000 с^{-1} ;
- ж) определяют значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 3 РЭ.

Результаты поверки считают положительными, если относительное энергетическое разрешение спектрометра не превышает 9 %.

7.3.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs точечного источника типа ОСГИ-3 проводят в следующей последовательности:

- а) включают питание спектрометра согласно разделу 2 РЭ;
- б) проводят стабилизацию спектрометра согласно разделу 3 РЭ;
- в) переводят спектрометр в режим «РИД», введя специальный пароль (см. раздел 3 РЭ);
- г) выполняют операции согласно 7.3.2 (г);
- д) задают время набора спектра 200 с согласно разделу 3 РЭ;
- е) измеряют спектр от точечного эталонного источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs согласно разделу 3 РЭ. По истечении заданного времени набора измерение спектра будет автоматически остановлено;
- ж) определяют значение энергии излучения E , кэВ, и значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 3 РЭ;
- и) рассчитывают левую E_n , кэВ, и правую E_n , кэВ, границы ППП по формулам

$$E_n = E - 0,015 E \cdot R, \quad (2)$$

$$E_n = E + 0,015 \cdot E \cdot R \quad (3)$$

к) устанавливают подвижный маркер в позицию, примерно соответствующую значению энергии E_n , согласно разделу 3 РЭ;

л) переходят в подрежим «Окно» и устанавливают второй подвижный маркер в позицию, примерно соответствующую значению энергии E_n ;

м) считывают с экрана спектрометра время набора спектра t_n , с, и количество импульсов I_n в ППП в выделенном энергетическом окне $[E_n, E_n]$;

н) удаляют источник гамма-излучения с корпуса спектрометра, измеряют в течение времени $t_\phi = 200$ с фоновый спектр, в соответствии с 7.3.3 (к) и 7.3.3 (л) устанавливают



подвижные маркеры в позиции, примерно соответствующие значениям энергий E_n и E_n , считают с экрана спектрометра измеренное количество импульсов фона I_ϕ в выделенном энергетическом окне $[E_n, E_n]$;

п) определяют эффективность регистрации спектрометра ε в ППП, %, для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs по формуле

$$\varepsilon = \frac{\frac{I_n - I_\phi}{t_n} - \frac{I_\phi}{t_\phi}}{A_0 \cdot \eta \cdot e^{-\frac{0,693t}{T_{1/2}}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где A_0 – значение активности радионуклида ^{137}Cs в эталонном гамма-источнике типа

ОСГИ-3 на дату его поверки (берут из свидетельства о поверке источника), Бк;

$\eta=0,851$ – среднее число гамма-квантов, испускаемых при одном акте распада радионуклида ^{137}Cs ;

t – время, прошедшее между поверкой источника и датой измерения, сут;

$T_{1/2}=10964$ сут – период полураспада радионуклида ^{137}Cs .

Результаты поверки считают положительными, если эффективность регистрации в ППП для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs точечного источника типа ОСГИ-3 равна $(1,48 \pm 0,29)$ %.

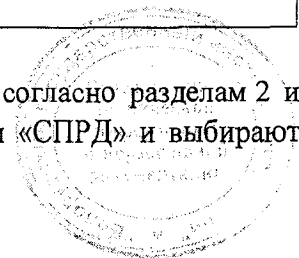
7.3.4 Определение основной относительной погрешности измерения мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы (мощности AMBIENTНОЙ дозы) гамма-излучения (далее – мощность дозы) спектрометра с детектором NaI(Tl) проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения с набором источников ^{137}Cs в контрольных точках $\dot{H}_{0i}^*(10)$ согласно таблице 7.3 в следующей последовательности:

Таблица 7.3

Номер контрольной точки i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{0i}^*(10)$	Измерение мощности дозы в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности Δ , %
		количество измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,07 мкЗв/ч ¹⁾	3	5	±20
2	0,70 мкЗв/ч	3	3	
3	7,00 мкЗв/ч	3	3	
4	70,00 мкЗв/ч	3	3	
5	240,00 мкЗв/ч	3	3	

¹⁾ Измерения проводят при первичной поверке

а) включают питание спектрометра и проводят стабилизацию согласно разделам 2 и 3 РЭ. После выполнения стабилизации переводят спектрометр в режим «СПРД» и выбирают в меню пункт «Детектор NaI» согласно разделу 3 РЭ;



б) устанавливают спектрометр на поверочную дозиметрическую установку таким образом, чтобы продольная ось пучка излучения проходила через метку геометрического центра детектора NaI(Tl) на задней панели спектрометра (см. рисунок 1), ориентированную в сторону источника излучения;

в) устанавливают спектрометр в i -ю контрольной точке на расстоянии r_i , мм, от центра источника до метки, при этом $r_i = r_{oi} - 22$, мм, где r_{oi} – расстояние, соответствующее мощности дозы гамма-излучения $\dot{H}_{oi}^*(10)$ по данным свидетельства о поверке дозиметрической установки;

г) проводят согласно разделу 3 РЭ измерение мощности дозы гамма-излучения фона $\dot{H}_{\phi i}^*(10)$ в i -й контрольной точке со статистической погрешностью не более 5 %;

д) подвергают спектрометр облучению с заданной мощностью дозы гамма-излучения $\dot{H}_{oi}^*(10)$ и измеряют согласно разделу 3 РЭ мощность дозы гамма-излучения $\dot{H}_i^*(10)$ в i -й контрольной точке. Число измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны быть в соответствии с таблицей 7.3. За результаты измерения мощности дозы гамма-излучения в i -й контрольной точке принимают среднее арифметическое значение из трех измерений $\bar{\dot{H}}_i^*(10)$;

е) определяют в i -й контрольной точке значения доверительных границ основной относительной погрешности спектрометра Δ_i , %, с доверительной вероятностью 0,95 по формуле

$$\Delta_i = 1,1\sqrt{\theta_{oi}^2 + \theta_{\text{при}}^2}, \quad (5)$$

где θ_{oi} – погрешность дозиметрической установки в i -й контрольной точке, %, приведенная в свидетельстве о поверке на установку;

$\theta_{\text{при}}$ – относительная погрешность результата измерения мощности дозы гамма-излучения в i -й контрольной точке, %, вычисляемая по формуле

$$\theta_{\text{при}} = \frac{\bar{\dot{H}}_i^*(10) - \dot{H}_{\phi i}^*(10) - \dot{H}_{oi}^*(10)}{\dot{H}_{oi}^*(10)} \cdot 100 \quad (6)$$

Примечание – В проверяемых точках 4, 5 значением фона можно пренебречь.

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности Δ_i , указанных в таблице 7.3.

7.3.5 Определение основной относительной погрешности измерения мощности дозы гамма-излучения спектрометра с детектором на основе счетчика Гейгера-Мюллера проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения с набором источников ^{137}Cs в контрольных точках $\dot{H}_{oi}^*(10)$ согласно таблице 7.4 в следующей последовательности:

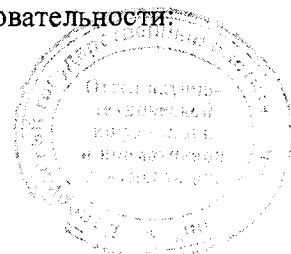


Таблица 7.4

Номер контрольной точки i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$	Измерение мощности дозы в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности Δ , %
		количество измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	70,0 мкЗв/ч	3	10	±20
2	0,7 мЗв/ч	3	3	
3	7,0 мЗв/ч	3	3	
4	70,0 мЗв/ч	3	3	

а) устанавливают спектрометр на поверочную дозиметрическую установку таким образом, чтобы продольная ось пучка излучения проходила через метку геометрического центра чувствительного объема счетчика Гейгера-Мюллера на задней панели спектрометра (см. рисунок 1), ориентированную в сторону источника излучения;

б) устанавливают спектрометр в i -ю контрольную точку на расстоянии r_i , мм, от центра источника до метки, при этом $r_i = r_{oi} - 20$, мм, где r_{oi} – расстояние, соответствующее мощности дозы гамма-излучения $\dot{H}_{oi}^*(10)$ по данным свидетельства о поверке дозиметрической установки;

в) включают питание спектрометра; отказываются от проведения стабилизации, нажав кнопку «1». Переводят спектрометр в режим «СПРД», выбирают в меню пункт «Счетчик ГМ» согласно разделу 3 РЭ;

г) подвергают спектрометр облучению с заданной мощностью дозы гамма-излучения $\dot{H}_{oi}^*(10)$ и измеряют согласно разделу 3 РЭ мощность дозы гамма-излучения $\dot{H}_i^*(10)$ в i -й контрольной точке. Число измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны соответствовать таблице 7.4. За результат измерения мощности дозы гамма-излучения в i -й контрольной точке принимают среднее арифметическое значение трех измерений $\bar{H}_i^*(10)$;

д) определяют в i -й контрольной точке значения доверительных границ основной относительной погрешности спектрометра Δ , %, с доверительной вероятностью 0,95 по формуле

$$\Delta = 1,1 \sqrt{\theta_{oi}^2 + \theta_{npi}^2}, \quad (7)$$

где θ_{oi} – погрешность дозиметрической установки в i -й контрольной точке, %, приведенная в свидетельстве о поверке на установку;

θ_{npi} – относительная погрешность результата измерения мощности дозы гамма-излучения в i -й контрольной точке, %, вычисляемая по формуле

$$\theta_{npi} = \frac{\bar{H}_i^*(10) - \dot{H}_{oi}^*(10)}{\dot{H}_{oi}^*(10)} \cdot 100. \quad (8)$$

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения мощности дозы гамма-излучения для всех

контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности Δ , указанных в таблице 7.3.

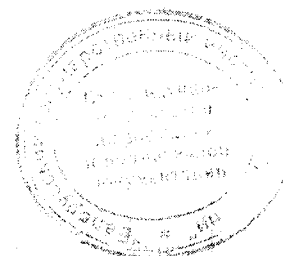
8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении А.

8.2 Положительные результаты поверки оформляют:

- а) при выпуске спектрометра из производства:
 - записью о поверке в разделе РЭ «Свидетельство о приемке», заверенной подписью и оттиском поверительного клейма;
 - нанесением клейма-наклейки поверителя на заднюю панель спектрометра;
- б) при эксплуатации и выпуске спектрометра после ремонта – нанесением клейма-наклейки и выдачей свидетельства о поверке по форме в соответствии с приложением Г ТКП 8.003-2011.

При отрицательных результатах поверки эксплуатация спектрометров запрещается и выдается заключение о непригодности по форме в соответствии с приложением Д ТКП 8.003-2011. При этом поверительное клеймо подлежит погашению и свидетельство о поверке аннулируется.



**Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки**

Протокол поверки спектрометра МКГ-АТ1321 зав. № _____

ДАТА ПОВЕРКИ _____

ПОВЕРКА ПРОВОДИЛАСЬ _____
поверочный орган

Условия поверки:

температура	_____	°С;
относительная влажность	_____	%;
атмосферное давление	_____	кПа;
внешний фон гамма-излучения	_____	мкЗв/ч;

Средства поверки

1 Внешний осмотр

документация _____
комплектность _____
отсутствие механических повреждений _____

2 Опробование

самоконтроль _____
соответствие ПО _____

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
SPiRiD1	SPiRiD1.hex			
SPiRiD1SNM	SPiRiD1SNM.hex			
SpectEx	SpectEx.exe			



3 Метрологические характеристики

3.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и проверка диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения

Таблица А.1

Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения 20–3000 кэВ									
Радионуклид	¹³⁷ Cs		²⁴¹ Am	⁵⁷ Co	¹³⁹ Ce	¹¹³ Sn	⁵⁴ Mn	²² Na	²²⁸ Th
Энергия излучения E_{oi} , кэВ	32	662	59,5	122	166	392	835	1275	2614
Измеренное значение энергии E_i , кэВ									
$\Delta E_i = E_{oi} - E_i $, кэВ									
$\Delta E_{max} =$ _____ кэВ				ПХП (при поверке)= _____ %			ПХП (по ТУ) ≤ 1 %		

3.2 Определение относительного энергетического разрешения

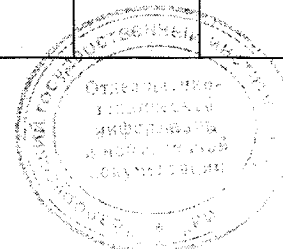
Таблица А.2

Тип источника гамма-излучения	Измеренное значение относительного разрешения R , %	Значение относительного разрешения (по ТУ) R , %
ОСГИ-3, ¹³⁷ Cs, активность от 8 до 24 кБк		$R \leq 9,0$

3.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ¹³⁷Cs

Таблица А.3

Тип источника гамма-излучения	Положение центра ППП n , канал	Измеренное значение энергии E , кэВ	Границы ППП E_n, E_n , кэВ	Количество импульсов в ППП I_n , имп	Время набора спектра t_n , с	Количество импульсов фона, I_ϕ , имп	Время изменения фонового спектра t_ϕ , с	Эффективность регистрации в ППП ϵ , %	ϵ , % (по ТУ)
ОСГИ-3 $A_0 =$ Бк			$E_n =$ $E_n =$						1,48±0,29



3.4 Определение основной относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (мощности амбиентной дозы) гамма-излучения

Таблица А.4

Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{0i}^*(10)$	Измеренное значение мощности дозы фона $\dot{H}_{\phi i}^*(10)$, мкЗв/ч	Измеренные значения мощности дозы $\dot{H}_i^*(10)$, мкЗв/ч			Среднее значение мощности дозы $\bar{\dot{H}}_i^*(10)$ мкЗв/ч	Относительная погрешность $\theta_{\text{пр}}, \%$	Доверительные границы основной относительной погрешности при поверке $\Delta, \%$	Пределы допускаемой основной относительной погрешности по ТУ $\Delta, \%$
		1	2	3				
детектор NaI(Tl)								
0,07 мкЗв/ч ¹⁾								±20
0,7 мкЗв/ч								
7,0 мкЗв/ч								
70,0 мкЗв/ч								
240 мкЗв/ч								
счетчик Гейгера-Мюллера								
70,0 мкЗв/ч								±20
0,7 мЗв/ч								
7,0 мЗв/ч								
70,0 мЗв/ч								
¹⁾ Измерения проводят только при первичной поверке.								



Выводы

Свидетельство № _____ от _____
(заключение о непригодности)

Поверку провел _____ (_____)



Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
2		2, 3, 5-16	17			ТИАЯ.87-2013			10.01.14
3		5-7, 9, 14, 16				ТИАЯ.51-2016			22.06.16

