

1422

УТВЕРЖДАЮ

СОГЛАСОВАНО

Директор ГП "ЦЭСМ"

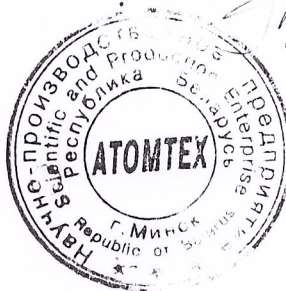
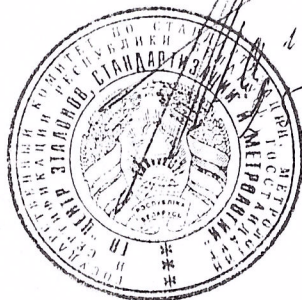
Директор НПП "Атомтех"

Н.А. Жагора

В.А. Кожемякин

млр 1998 г.

1998 г.



ГАММА-БЕТА-СПЕКТРОМЕТР

МКС-АТ1315

Методика поверки

ТИАЯ.412151.004 МП

МП 516 -98

1998



2739 22.12.2000 JH

Содержание

	Лист
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	6
7 Проведение поверки	6
8 Оформление результатов поверки	16
Приложение А Протокол поверки	17

2739 22.12.2000 *df*

1 Вводная часть

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на гамма-бета-спектрометры МКС-1315 ТИАЯ.412151.004 (далее - спектрометры), устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки и соответствует ГОСТ 26874-86 "Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерений основных параметров", ГОСТ 17209-89 "Средства измерений объемной активности радионуклидов в жидкости. Общие технические требования и методы испытаний", ГОСТ 23923-89 "Средства измерений удельной активности радионуклида. Общие технические требования и методы испытаний".

1.2 Первичной поверке подлежат спектрометры, выпускаемые из производства и выходящие из ремонта, повлекшего замену детекторов излучения.

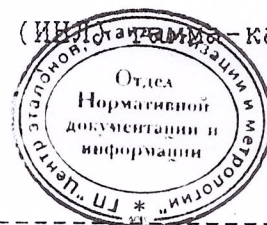
1.3 Периодической поверке подлежат спектрометры, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.4 Поверка спектрометра должна проводиться органами государственной метрологической службы один раз в год для спектрометров, находящихся в эксплуатации, и один раз в три года для спектрометров, находящихся на хранении.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- а) внешний осмотр (п.7.1);
- б) опробование (п.7.2);
- в) определение метрологических характеристик:
 - определение основной погрешности характеристики преобразования гамма-канала спектрометра (ПХП) (п.7.3.1);
 - определение интегральной нелинейности (ИНН) гамма-канала



П
О
Д
П
Д
А
Т
А
-
И
Н
В
Н
Д
У
Б
Л
-
В
З
А
М
И
Н
В
Н
П
О
Д
П
Д
А
Т
А
-
И
Н
В
Н
П
О
Д
Л

22.12.2000

2739

спектрометра (п.7.3.1);

- определение номинальной градуировочной характеристики гамма-канала спектрометра (п.7.3.1);

- определение относительного энергетического разрешения гамма-канала спектрометра (п.7.3.1);

- определение номинальной градуировочной характеристики бета-канала спектрометра (п.7.3.2);

- определение минимальной измеряемой активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{40}K и ^{90}Sr (п.7.3.3);

- определение основной относительной погрешности и диапазонов измерения объемной (ОА) (удельной (УА)) активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr радиометрическим методом (п.7.3.4);

- определение основной относительной погрешности измерения ОА (УА) радионуклидов в диапазоне энергий от 50 до 3000 кэВ спектрометрическим методом (п.7.3.5).

3 Средства поверки

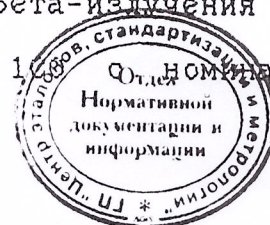
3.1 При поверке используются следующие средства измерения, вспомогательные устройства, приспособления и материалы:

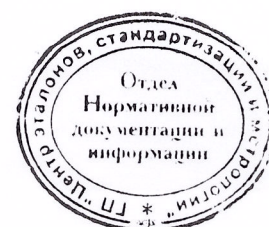
- контрольный радионуклидный источник ^{137}Cs типа ОСГИ-3, входящий в комплект поставки спектрометра;

- комплект образцовых точечных гамма-источников типа ОСГИ-3;

- образцовые объемные радионуклидные источники специального назначения по ГОСТ 8.033-84 типа ОРР или ОМАСН с изотопами ^{139}Ce , ^{137}Cs , ^{88}Y , $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ с погрешностью аттестации не более $\pm 10\%$ и имеющие номинальную ОА (УА) от $1 \cdot 10^3$ до $2,5 \cdot 10^4$ Бк/л (Бк/кг);

- образцовые радионуклидные источники бета-излучения с изотопами ^{14}C типа ОРИБИ и $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ типа 1





2739 | 22.12.2000 Jy

6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1 Поверку необходимо проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C 20 +- 5;
- относительная влажность воздуха, % 60(+20;-30);
- атмосферное давление, кПа 101,3(+5,4;-15,3);
- внешний фон гамма-излучения ,мкР/ч, не более 20;
- номинальное напряжение питания сети переменного тока, частотой (50+-0,5) Гц, В 220 +- 4,4 .

Примечание - Допускается проводить поверку в реально существующих условиях, отличающихся от приведенных, если они не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации спектрометра.

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

6.3 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

а) ознакомиться с паспортом ТИАЯ.412151.004 ПС (далее ПС), руководством оператора ТИАЯ.00040-01 34 01 (далее РО), эксплуатационной документацией на ПК;

б) подготовить спектрометр к работе в соответствии с разделом 6 (пп.6.4-6.10) ПС.

7 Проведение поверки

7.1. При проведении внешнего осмотра проверить:

а) наличие ПС, РО, свидетельства о предыдущей поверке на спектрометр;

б) комплектность спектрометра на соответствие разделу 3 ПС;

в) отсутствие загрязнений, механических повреждений, влияющих



П
О
Д
П
Д
А
Т
А
-
И
Н
В
И
Д
У
Б
Л
-
В
З
А
М
И
Н
В
И
П
О
Д
П
Д
А
Т
А
-
И
Н
В
И
Н
П
О
Д
Л

22.12.2000

2739

г) наличие, исправность и прочность соединительных кабелей.

7.2. При проведении опробования следует выполнить стабилизацию спектрометра, контроль работоспособности и сохранности градуировки в соответствии с разделом 7 ПС (пп. 7.3, 7,4).

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1. Проверку основной погрешности характеристики преобразования (ПХП), интегральной нелинейности (ИНЛ), номинальной градуировочной характеристики и энергетического разрешения гамма-канала спектрометра проводить с использованием девяти образцовых гамма-источников типа ОСГИ-3, указанных в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Обозначение радионуклида	^{241}Am	^{57}Co	^{139}Ce	^{113}Sn	^{137}Cs	^{54}Mn	^{22}Na	^{88}Y	^{228}Th
Энергия, кэВ	59,5	122	165,9	391,7	661,6	834,8	1274,5	1836	2614
Положение центра пика, канал	20+- 2				220+- 2			602 +-18	

Провести стабилизацию, контроль работоспособности и сохранности градуировки спектрометра согласно разделу 7 ПС (пп.7.3, 7.4).

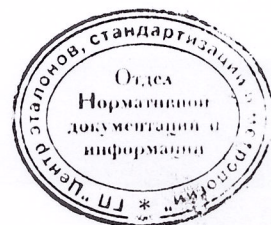
Для каждого источника, указанного в таблице 7.1 поочередно выполнить следующие операции:

а) установить держатель в БЗ в соответствии с рисунком А.1 приложения А ПС;

б) установить на держатель гамма-источник и закрыть БЗ;

в) выбрать в режиме "измерение" основного меню функцию "набор" и инициировать процесс набора спектра, задав параметры измерения:

время набора - 0 с;





бета-канала спектрометра должна находиться в пределах от 250 до 5000 имп/с. Если это требование не выполняется, извлечь держатель из БЗ, изменить расстояние между пластинами держателя и повторить операции п.7.3.2 (а-в);

г) остановить измерение аппаратного спектра по истечении 600 - 1000 с и определить согласно разделу 4 РО (п.4.3.4) положение центра пика конверсионных электронов с энергией $E_k=624$ кэВ от контрольного радионуклидного источника ^{137}Cs , а также оценить в логарифмическом масштабе визуально с помощью маркера положения верхней границы бета-спектров от источников бета-излучения ^{14}C ($E_{\text{гр}}=156,5$ кэВ) и $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ ($E_{\text{гр}} = 2274$ кэВ, (^{90}Y)). Операцию логарифмирования аппаратного спектра осуществить согласно разделу 5 РО (п.5.4).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если :

- положение пика конверсионных электронов радионуклида ^{137}Cs находится в интервале от 140 до 170 каналов и соответствует паспортному значению, указанному в разделе 18 ПС;
- положение границы бета-спектра радионуклида ^{14}C находится в интервале от 30 до 45 каналов;
- положение границы бета-спектра радионуклида $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ находится в интервале от 550 до 700 каналов (^{90}Y).

7.3.3 Определение минимальной измеряемой активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^{40}K выполнить в следующей последовательности:

а) провести стабилизацию спектрометра, контроль работоспособности и сохранности градуировки, а также оперативный контроль фона согласно разделу 7 ПС (пп.7.3, 7.4, 7.5);

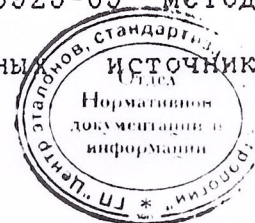
б) набрать последовательно аппаратные спектры за время



П
О
Д
П
Д
А
Т
А
-
И
Н
В
Н
Д
У
Б
Л
-
В
З
А
М
И
Н
В
Н
-
П
О
Д
П
Д
А
Т
А
-
И
Н
В
Н
П
О
Д
Л

22.12.2000

2739



специального назначения типа ОРР или ОМАСН в одной точке диапазона измерений спектрометра в следующей последовательности:

а) провести стабилизацию спектрометра, контроль работоспособности и сохранности градуировки, а также оперативный контроль фона согласно разделу 7 ПС (пп.7.3, 7.4, 7.5);

б) установить поочередно штатный измерительный сосуд с образцовым объемным источником ^{137}Cs , ^{90}Sr + ^{90}Y в БЗ и закрыть крышку БЗ, предварительно определив параметры измерения (геометрию, массу образцового объемного источника) в соответствии с разделом 7 ПС (п.7.7);

в) задать параметры измерения и инициировать измерение спектра от образцового объемного источника в соответствии с разделом 4 РО (п.4.1.6);

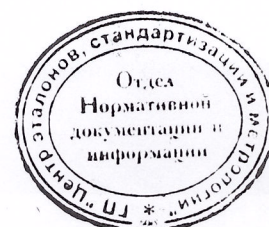
г) перейти в процесс измерения в режим "активность" основного меню в соответствии с разделом 4 РО (п.4.4), при этом на экране монитора ПК отображаются текущие значения измеряемой объемной (удельной) активности А радионуклида и соответствующие им текущие значения относительной статистической погрешности ($P = 0,95$);

д) при достижении значения относительной статистической погрешности $\leq 5\%$ остановить процесс измерения и по окончании обработки спектра прочесть измеренное значение ОА (УА) Аизм, индицируемое на экране монитора ПК;

е) рассчитать в соответствии с ГОСТ 17209-89, ГОСТ 23923-89 относительную разность показаний б в процентах по формуле

$$б = \frac{Аизм - Ао}{Ао} \cdot 100, \quad (7.1)$$

где $Ао$ - значение ОА (УА) образцового объемного гамма-источника по свидетельству об аттестации, пересчитанное по формуле



$$A_0 = A \cdot \exp(-0,693 \cdot t/T_{1/2}), \quad (7.2)$$

где t - время в сутках, прошедшее с момента аттестации образцового объемного источника до поверки спектрометра;

A - ОА (УА) образцового объемного источника по свидетельству об аттестации;

$T_{1/2}$ - период полураспада радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr , равный соответственно 11019 и 10483 сут;

ж) выполнить аналогичные измерения ОА (УА) для каждой геометрии согласно п.7.3.4 (в-е) настоящей методики.

Результаты проверки основной относительной погрешности считают удовлетворительными, если в соответствии с ГОСТ 17209-89, ГОСТ 23923-89 для каждого радионуклида ^{137}Cs и ^{90}Sr и всех геометрий измерения выполняется условие

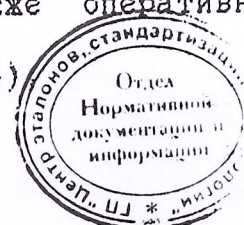
$$|b| \leq |b_c| + |b_0|, \quad (7.3)$$

где $b_c = \pm 20\%$ - нормированный предел допускаемой основной погрешности измерения ОА (УА) при доверительной вероятности 0,95 на поверяемый спектрометр;

b_0 - погрешность аттестации образцового объемного источника по ОА (УА) в процентах по свидетельству об аттестации.

7.3.5 Проверку основной относительной погрешности измерения ОА радионуклидов в диапазоне энергий от 50 до 3000 кэВ проводить спектрометрическим методом с использованием объемных гамма-источников типа ОРР или ОМАСН с радионуклидами ^{137}Cs , ^{88}Y в следующей последовательности:

а) провести стабилизацию спектрометра, контроль работоспособности и сохранности градуировки, а также оперативный контроль фона согласно разделу 7 ПС (пп.7.3, 7.4, 7.5)



б) установить поочередно штатный измерительный сосуд с образцовым объемным источником ^{138}Ce , ^{137}Cs и ^{88}Y в БЗ и закрыть крышку БЗ, предварительно определив параметры измерения (геометрию, массу образцового объемного источника) в соответствии с разделом 7 ПС (п.7.7);

в) задать параметры измерения и инициировать измерение спектра от установленного в БЗ образцового объемного источника в соответствии с разделом 4 РО (п.4.1.6);

г) установить два маркера слева и справа от пика полного поглощения (ППП), соответствующего гамма-линии радионуклидного источника, и оценить в ходе набора спектра интегральное число зарегистрированных импульсов в области ППП в соответствии с разделом 5 РО (п.5.5);

д) остановить измерение спектра при достижении интегрального числа импульсов в области ППП не менее 10^4 ;

е) вычесть из измеренного спектра фоновый спектр в соответствии с разделом 4 РО (п.4.3.2);

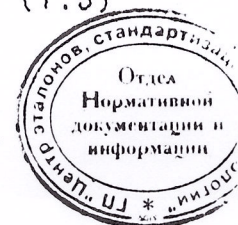
ж) определить ОА (УА) радионуклида в соответствии с разделом 4 РО (п.4.3.5). Измеренное значение ОА (УА) Аизм и значение ее абсолютной статистической погрешности ΔA при доверительной вероятности 0,95 отображаются на экране монитора ПК;

и) рассчитать в соответствии с ГОСТ 17209-89, ГОСТ 23923-89 относительную разность показаний δ в процентах по формуле

$$\delta = \frac{A_{\text{изм}}/K - A_0}{A_0} \cdot 100, \quad (7.4)$$

где A_0 - значение ОА (УА) образцового объемного гамма-источника, пересчитанное по формуле

$$A_0 = A \cdot \exp(-0,693 \cdot t/T_{1/2}), \quad (7.5)$$



П
О
Д
П
Д
А
Т
А
-
И
Н
В
Н
Д
У
Б
Л
-
В
З
А
М
И
Н
В
Н
-
П
О
Д
П
Д
А
Т
А
-
И
Н
В
Н
П
О
Д
Л

22.12.2000
2739

где t - время в сутках, прошедшее с момента аттестации образцового объемного источника до поверки спектрометра;

$A - OA (UA)$ образцового объемного источника по свидетельству об аттестации;

$T_{1/2}$ - период полураспада радионуклидов ^{138}Ce , ^{137}Cs и ^{90}Y , равный соответственно 137,6, 11019 и 106,6 сут;

K - поправочный коэффициент, учитывающий эффект каскадных совпадений для радионуклида ^{90}Y ($E = 1836 \text{ кэВ}$), равный 0,92 для геометрии измерения "сосуд Маринелли 1,0 л", 0,95 для геометрии "сосуд 0,5 л" и 0,91 для геометрии "сосуд 0,1 л".

Для радионуклидов ^{138}Ce , ^{137}Cs и всех геометрий измерения $K=1$;

к) выполнить аналогичные изменения $OA (UA)$ и расчет b для каждой геометрии и по всем радионуклидам в соответствии с п.7.3.5 (б-и) настоящей методики.

Примечание - Допускается использовать образцовые объемные источники с иными радионуклидами, содержащими отдельно отстоящие гамма-линии с энергиями по краям и в середине энергетического диапазона спектрометра.

Результаты проверки основной относительной погрешности считают удовлетворительными, если в соответствии с ГОСТ 17209-89, ГОСТ 23923-89 для каждого радионуклида ^{138}Ce , ^{137}Cs и ^{90}Y всех геометрий измерения выполняется условие

$$|b| \leq |b_c| + |b_o|, \quad (7.6)$$

где $b_c = \pm 20 \%$ - нормируемый предел допускаемой основной погрешности измерения $OA (UA)$ при



доверительной вероятности 0,95 на поверяемый
спектрометр;

б₀ - погрешность аттестации образцового объемного источника
по ОА (УА) в процентах по свидетельству об аттестации.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Положительные результаты поверки удостоверяются нанесением
оттиска поверительного клейма и (или) выдается свидетельство о
поверке, удостоверяющее статус спектрометра.

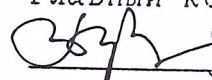
Результаты поверки оформляются протоколом по форме, приведенной
в приложении А.

8.2 В случае, если по результатам поверки спектрометр не
удовлетворяет предъявленным к нему требованиям, он бракуется и
выдается извещение о непригодности с указанием причин по форме,
установленной в СТБ 8003-93 (приложение Г). При этом оттиск
поверительного клейма подлежит погашению, а свидетельство
аннулируется.

От ГП "ЦЭСМ"

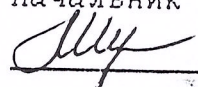
От НПП "Атомтех"

Главный конструктор

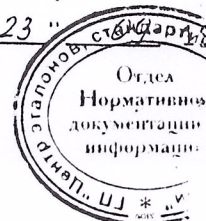
 В.Д. Гузов

" 23 " 09 1998

Начальник лаборатории

 Г.И. Шульгович

" 23 " 09 1998 г.



2739 22.12.2000 84

Приложение А
(обязательное)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

гамма-бета-спектрометра МКС-АТ1315 N _____

ДАТА ПОВЕРКИ _____

УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ :

температура _____ °С; влажность _____ %;
внешний фон гамма-излучения _____ мкР/ч;
напряжение питания сети (220+-4,4) В.

1 Внешний осмотр и опробование:

- документация _____
- комплектность _____
- отсутствие механических повреждений _____
- исправность соединительных кабелей _____
- стабилизация, контроль работоспособности и сохранности градуировки _____

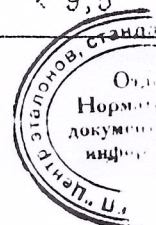
2 Средства поверки

Образцовые СИ:

- а) ОСГИ-3-Сs7 N _____ $\delta_0 = 3 \%$, $P=0,95$
 б) комплект ОСГИ-3 N _____ $\delta_0 \leq 3 \%$, $P=0,99$
 в) ОРИБИ 100 ^{14}C N _____, $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ N _____ $\delta_0 \leq 7 \%$, $P=0,95$
 г) ОРР ^{137}Cs N _____, ^{139}Ce N _____, $\delta_0 = \%$, $P=0,95$.
 ^{88}Y N _____, $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ N _____

3 Проверка основной погрешности характеристики преобразования (ПХП), интегральной нелинейности (ИНЛ), энергетического разрешения гамма-канала

Нуклид	^{241}Am	^{57}Co	^{139}Ce	^{113}Sn	^{137}Cs	^{54}Mn	^{22}Na	^{88}Y	^{228}Th
Еγ,кэВ	59,6	122	165,9	391,7	661,7	834,8	1274,5	1836	2614
центрои- да, канал	20 +-2				220 +-2			602 +-18	
центрои- да, измер									
Еγ,кэВ измер.									
							по ПС	измер.	
Основная ПХП, %							< 1		
ИНЛ, %							< 1		
Разрешение по ^{137}Cs , %							< 9,5		



2739 22.12.2009 28

4 Определение номинальной градуировочной характеристики бета-канала

¹³⁷ Cs Нуклид (Eк=624 кэВ)	Положение центра пика, канал	
	по ПС	измер.
	140-170	
¹⁴ C (Eгр=156,5 кэВ) ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y (Eгр=2274 кэВ)	Положение границы спектра	
	по ПС	измер.
	35 - 45 550 - 700	

5 Определение минимальной измеряемой активности (МИА)

Геометрия измерения	МИА, Бк/л					
	¹³⁷ Cs		⁴⁰ K		⁹⁰ Sr	
	по ПС	измер.	по ПС	измер.	по ПС	измер.
Маринелли 1,0 л	≤ 2		≤ 20		≤ 20	
Сосуд 0,5 л	≤ 6		≤ 75		≤ 20	
Сосуд 0,1 л	≤ 15		≤ 170		≤ 100	

6 Проверка основной относительной погрешности измерения ОА(УА) ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr радиометрическим методом

Геометрия измерения	¹³⁷ Cs			⁹⁰ Sr		
	Ао (Бк/л)	Аизм (Бк/л)	δ, %	Ао (Бк/л)	Аизм (Бк/л)	δ, %
1,0 л						
0,5 л						
0,1 л						

Примечание - $\delta = (A_{изм} - A_o) / A_o$; $|\delta| < |\delta_c| + |\delta_o|$, $\delta_c = \pm 20\%$, $P=0,95$ - нормированный предел допускаемой основной погрешности измерения; δ_o - по свидетельству на ОРР, %.



Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)	Всего	Входящий	Подп.	Дата
Измененных	Измененных	Замеченных	Новых	Аннулированных	Всего

Подпись
Дата
И
В
Д
У
Б
Л
З
а
м
и
В
П
О
д
п
д
а
т
а
И
В
П
О
д
п
д
а
т
а
И
В
П
О
д
п
д
а
т
а

12.12.2000

2739

Лист
20