

СОГЛАСОВАНО

Директор УП «АТОМТЕХ»



В.А. Кожемякин

2009 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ



Н.А. Жагора

2009 г.

Система обеспечения единства измерения Республики Беларусь

СПЕКТРОМЕТРЫ МКС-АТ6102

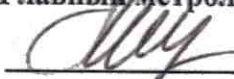
Методика поверки

ТИАЯ.412155.001 МП

МРБ МП. 1892 - 2009

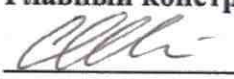
Разработано УП «АТОМТЕХ»

Главный метролог УП «АТОМТЕХ»

 Г.И.Шульгович

«10» марта 2009 г.

Главный конструктор разработки

 С. Н. Тищенко

«09» марта 2009 г.

Содержание

	Лист
1 Вводная часть.....	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки	4
4 Требования к квалификации поверителей	6
5 Требования безопасности	6
6 Условия поверки и подготовка к ней	6
7 Проведение поверки.....	6
8 Оформление результатов поверки	19
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки	20

1 Вводная часть

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на спектрометры МКС-АТ6102 МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В (далее - спектрометры) с датой выпуска, начиная с 01.06.2014.

Методика поверки 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», ГОСТ 8.040-84 «Радиометры загрязненности поверхностей бета-активными веществами. Методика поверки», ГОСТ 8.041-84 «Радиометры загрязненности поверхностей альфа-активными веществами. Методика поверки», ГОСТ 8.355-79 «Радиометры нейтронов. Методы и средства поверки», Методическим указаниям РД 50-458-84 «Дозиметры нейтронного излучения. Методы и средства поверки», Рекомендации МИ 2513-99 «Радиометры нейтронов. Методика поверки на установках типа УКПН (КИС-НРД-МБм)».

1.2 Первичной поверке подлежат спектрометры, выпускаемые из производства.

1.3 Периодической поверке подлежат спектрометры утвержденного типа, 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 приборов 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
3.5 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения;	7.3.6	Да	Да
3.6 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения;	7.3.7	Да	Да
3.7 Определение уровня собственного фона спектрометра МКС-АТ6102 с детектором нейтронного излучения;	7.3.8	Да	Да
3.8 Определение чувствительности спектрометра МКС-АТ6102 с детектором нейтронного излучения к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника;	7.3.9	Да	Да
3.9 Определение основной относительной погрешности измерения мощности амбиентной дозы нейтронного излучения	7.3.10	Да	Да
4 Оформление результатов поверки	8.1 - 8.3	Да	Да

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 - 7.3.5	Эталонные спектрометрические 2-го разряда источники гамма-излучения типа ОСГИ-3, № 46383-11 в Госреестре РФ, из радионуклидов ^{241}Am , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{113}Sn , ^{54}Mn , ^{22}Na , ^{88}Y , ^{228}Th , ^{137}Cs	Активность от 3 до 180 кБк. Поток фотонов в телесный угол 4π ср от $7 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$. Погрешность аттестации по активности не более $\pm 6 \%$
7.3.6	Эталонная дозиметрическая установка гамма-излучения по ГОСТ 8.087-2000 с набором источников ^{137}Cs	Диапазон измерения мощности кермы в воздухе от 0,025 мкГр/ч до 8,33 мГр/ч. Погрешность аттестации установки не более $\pm 5 \%$
7.3.6	Эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 источники альфа-излучения с радионуклидом ^{239}Pu типов 4П9, 5П9, 6П9 с площадью рабочей поверхности 40, 100 и 160 см^2 соответственно	Активность от 25 до $4 \cdot 10^5$ Бк. Плотность потока от 0,5 до $10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$. Погрешность аттестации источников по активности и потоку не более $\pm 6 \%$

Продолжение таблицы 3.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки	Метрологические и основные технические характеристики
7.3.7	Эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 источники бета-излучения с радионуклидом $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ типов 4С0, 5С0, 6С0 с площадью рабочей поверхности 40, 100 и 160 см ² соответственно	Активность от 40 до $2 \cdot 10^6$ Бк Плотность потока от 3 до $5 \cdot 10^5$ мин ⁻¹ ·см ⁻² . Погрешность аттестации источников по активности и потоку не более $\pm 6 \%$
7.3.9	Эталонный плутоний-бериллиевый источник быстрых нейтронов по ГОСТ 8.031-82 типа ИБН, применяемый в открытой геометрии или в установках типов УКПН-1, УКПН-1М, КИС-НРД-МБм	Поток быстрых нейтронов от источника в телесный угол 4π ср от $3 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^7$ с ⁻¹ . Плотность потока нейтронов на расстоянии 1 м от источника $2,5 - 1000$ с ⁻¹ ·см ⁻² . Погрешность аттестации по плотности потока не более $\pm 8 \%$
7.3.10	Эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.031-82 поверочные установки типов УКПН-1, УКПН-1М и аналогичные им по метрологическим параметрам с комплектом плутоний-бериллиевых источников быстрых нейтронов типа ИБН при поверке в коллимированном пучке или установки на основе градуировочной линейки с набором аналогичных источников при поверке в открытой геометрии	Диапазон измерений мощности амбиентной дозы нейтронного излучения от 0,5 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч. Погрешность аттестации установки не более $\pm 8 \%$
6.1	Термометр	Цена деления 1 °С. Диапазон измерения температуры от 10 °С до 40 °С
6.1	Барометр	Цена деления 1 кПа. Диапазон измерения атмосферного давления от 60 до 120 кПа
6.1	Измеритель влажности	Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 20 % до 90 %. Погрешность измерения не более $\pm 5 \%$
6.1	Дозиметр гамма-излучения	Диапазон измерения внешнего фона от 0,1 до 10 мкЗв/ч. Допускаемая основная относительная погрешность $\pm 20 \%$

Примечания

1 Все средства измерений должны иметь действующие клейма и (или) свидетельство о проведении поверки. Допускается применять другие средства измерений с метрологическими характеристиками не хуже указанных.

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.

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 12.2.091-2002 для оборудования класса III (степень загрязнения 2, категория монтажа I), а при заряде блока аккумуляторов сетевым адаптером, входящим в комплект поставки спектрометров - для оборудования класса II (степень загрязнения 2, категория монтажа II) по ГОСТ 12.2.091-2002.

5.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования СанПиН от 30.12.2013 №137, СанПиН от 28.12.2012 №213 и ГН от 28.12.2012 №213.

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 окружающей среды $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $60 (+20; -30) \%$;
- атмосферное давление $101,3 (+5,4; -15,3) \text{ кПа}$;
- внешний фон гамма-излучения не более $0,20 \text{ мкЗв/ч}$.

6.2 Перед проведением поверки необходимо:

- а) внимательно ознакомиться с руководством по эксплуатации (далее - РЭ) на спектрометр;
- б) выдержать спектрометр в укладочном футляре в нормальных условиях в течение 2 ч;
- в) извлечь составные части спектрометра из укладочного футляра и расположить их на рабочем месте;
- г) подготовить средства поверки в соответствии с их технической документацией.

6.3 Поверка спектрометров МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В осуществляется при полностью заряженных встроенных аккумуляторах.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяют:

- а) соответствие комплектности поверяемого спектрометра требованиям раздела 1 РЭ в объеме, необходимом для поверки;
- б) наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- в) наличие четких маркировочных надписей на корпусе спектрометра и блоках детектирования (далее - БД) спектрометра;
- г) отсутствие загрязнений, механических повреждений, влияющих на работу спектрометра.

7.2 Опробование

7.2.1 При проведении опробования выполняют следующие операции:

- проверку выполнения самоконтроля основных узлов спектрометра в соответствии с разделом 3 РЭ;
- подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО);
- проверку светозащищенности блока детектирования альфа-излучения (БДПА-01) и блока детектирования бета-излучения (БДПБ-01).

7.2.1.1 Подтверждение соответствия ПО проводят идентификацией ПО и проверкой защиты ПО от несанкционированного доступа во избежание искажения результатов измерения. Проверка соответствия встроенного ПО осуществляется контролем отсутствия сообщений тестов самоконтроля об ошибках и проверкой целостности пломб на устройствах, входящих в комплект поставки спектрометров.

7.2.1.2 Для идентификации прикладного ПО необходимо:

- а) включить спектрометр и дождаться окончания инициализации;
- б) перейти в режим «ОПЦИИ»;

в) сравнить значение номера версии и контрольной суммы со значениями, приведенными в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Модификация спектрометра	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
МКС-АТ6102	АТ6102М	АТ6102М	1.0XN*, 1.bXY**	d57103ed	CRC32
МКС-АТ6102А	АТ6102МА	АТ6102МА	1.0AN*, 1.bAY**	d558d340	CRC32
МКС-АТ6102В	АТ6102МВ	АТ6102МВ	1.0BN*, 1.bBY**	d3e71687	CRC32
* - номер версии ПО, для которой приведен цифровой идентификатор; ** - номер версии при коррекции ПО, указывается в разделе «Свидетельство о приёмке» руководства по эксплуатации и в протоколе поверки при первичной поверке. Значения символов по порядку: 1 – базовый номер версии; b – номер подверсии [от 0 до 99]; символы X, A, B – модификация прибора; символ Y – версия библиотеки радионуклидов [N, S]					

7.2.1.3 Проверку светозащищенности БДПА-01, БДПБ-01 проводят в следующей последовательности:

- измеряют фоновую скорость счета при снятой с БД крышке за время не менее 1000 с в соответствии с разделом 3 РЭ;
- устанавливают на расстоянии 40-50 см от рабочей поверхности БД лампу накаливания мощностью 40 Вт и включают ее;
- измеряют фоновую скорость счета за время не менее 1000 с при дополнительном освещении.

Светозащищенность БД считают удовлетворительной, если фоновая скорость счета спектрометра при дополнительном освещении и без дополнительного освещения не превышает $0,01 \text{ с}^{-1}$ для БДПА-01, 10 с^{-1} для БДПБ-01.

Результаты опробования считают удовлетворительными, если спектрометр после прохождения самоконтроля перешел в режим стабилизации, отсутствуют сообщения об ошибках, идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в таблице 7.1, а также светозащищенность БДПА-01, БДПБ-01 является удовлетворительной.

7.3 Определение метрологических характеристик спектрометров

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

а) включают питание спектрометра, выдерживают спектрометр во включенном состоянии в течение времени установления рабочего режима, равного 1 мин;

б) проводят стабилизацию спектрометра, переводят спектрометр в режим «РИД» в соответствии с разделом 3 РЭ;

в) устанавливают поочередно эталонные спектрометрические источники гамма-излучения типа ОСГИ-3, указанные в таблице 7.2, перед поверхностью корпуса спектрометра симметрично относительно красной точки, обозначающей проекцию центра детектора NaI(Tl) (в торце для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А и на нижней поверхности для МКС-АТ6102В);

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_{0i} , кэВ	32 ; 662	59,5	122	166	392	835	1 275	2 614

г) инициируют процесс измерения энергетического распределения спектра гамма-излучения для каждого источника. Наблюдают измеряемый спектр в каналах. По оси ординат происходит накопление импульсов в каналах спектра. По оси абсцисс спектра 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 «ch» значение энергии гамма-излучения в килоэлектронвольтах «keV», инициируется число импульсов по оси ординат в канале, в котором установлен маркер;

д) считывают индицируемое на экране значение скорости счета импульсов от источника гамма-излучения. Она должна находиться в пределах от 250 до 10000 с^{-1} . Если это требование не выполняется, то изменяют расстояние между источником и спектрометром и повторяют операции по методике 7.3.1 (в - д);

е) измеряют спектр от источника гамма-излучения до достижения значения интегрального числа импульсов в пике полного поглощения (ППП) не менее 10^4 ;

ж) определяют положение центра ППП p_i и измеренное значение энергии гамма-излучения E_i , кэВ, согласно разделу 3 РЭ, при этом для более детального анализа формы ППП используют процедуру расширения спектра в режиме отображения с одним маркером, установленным примерно в центр ППП;

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 $\Delta E_{\max}$ – 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) выполняют операции согласно 7.3.1 (а, б);

б) размещают и фиксируют вплотную к поверхности корпуса спектрометра (в торце для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А и на нижней поверхности для МКС-АТ6102В) эталонный источник гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs с потоком фотонов в телесный угол 4π ср от $7 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^4$ с⁻¹ (активность от 8 до 24 кБк). При этом центр активной части источника должен находиться симметрично относительно красной точки, обозначающей проекцию центра детектора NaI(Tl);

в) измеряют спектр гамма-излучения от источника типа ОСГИ-3 до достижения интегрального числа импульсов в ППП с энергией 662 кэВ не менее $2 \cdot 10^4$, при этом входная статистическая нагрузка должна быть не более 2000 с⁻¹. Интегральное число импульсов в ППП определяется согласно разделу 3 РЭ;

г) определяют значение относительного энергетического разрешения R (%) согласно разделу 3 РЭ.

Результаты поверки считают положительными, если относительное энергетическое разрешение спектрометра не превышает 8,0 % для спектрометров МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А и не превышает 8,5 % для спектрометра МКС-АТ6102В.

7.3.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs проводят в следующей последовательности:

а) выполняют операции согласно 7.3.1 (а, б);

б) задают время набора спектра 100 с согласно разделу 3 РЭ;

в) выполняют операции согласно 7.3.2 (б);

г) измеряют спектр от источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs с автоматическим вычитанием фонового спектра. По истечении заданного времени набора 100 с набор спектра будет остановлен;

д) определяют положение центра ППП n , значение энергии излучения E (кэВ) и значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 3 РЭ, при этом для более детального анализа формы ППП используют процедуру расширения спектра в режиме отображения с одним маркером, установленным примерно в центр ППП;

е) определяют левую $E_{\text{л}}$, кэВ, и правую $E_{\text{п}}$, кэВ, границы ППП по формулам

$$E_{\text{л}} = E - 0,015 \cdot E \cdot R \quad (2)$$

$$E_{\text{п}} = E + 0,015 \cdot E \cdot R, \quad (3)$$

где E и R – соответственно энергия ППП и относительное энергетическое разрешение, определенное согласно 7.3.3 (д);

ж) устанавливают подвижные маркеры в позиции, примерно соответствующие значениям энергий $E_{\text{л}}$ и $E_{\text{п}}$;

и) считывают с экрана спектрометра измеренную скорость счета импульсов N (с^{-1}) в ППП в выделенном энергетическом окне согласно разделу 3 РЭ;

к) удаляют источник гамма-излучения ОСГИ-3 с корпуса спектрометра и измеряют фоновый спектр в течение 100 с, после чего выполняют операцию по 7.3.3 (ж) и считывают с экрана измеренную фоновую скорость счета импульсов $N_{\text{ф}}$, с^{-1} , в выделенном энергетическом окне;

л) определяют эффективность регистрации в ППП, %, по формуле

$$\varepsilon = \frac{N - N_{\text{ф}}}{\frac{0,693 \cdot t}{A_0 \cdot \eta \cdot e^{T_{1/2}}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где A_0 – значение активности радионуклида ^{137}Cs в гамма-источнике типа ОСГИ-3 на момент его поверки (берут из свидетельства о поверке источника), Бк;

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

t – время, прошедшее между поверкой гамма-источника типа ОСГИ-3 и моментом измерения, сут;

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

Результаты поверки считают положительными, если эффективность регистрации в ППП с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs равна:

- $(2,10 \pm 0,42)$ % для спектрометров МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А;
- $(2,7 \pm 0,54)$ % для спектрометра МКС-АТ6102В.

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

а) устанавливают спектрометр на поверочную дозиметрическую установку в направлении градуировки таким образом, чтобы центральная ось пучка излучения проходила через красную точку, расположенную на поверхности корпуса спектрометра (в торце для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А и на нижней поверхности для МКС-АТ6102В) и обозначающую проекцию центра детектора NaI(Tl);

б) устанавливают спектрометр в i -ю контрольную точку на расстоянии r_i , мм, от центра источника Cs^{137} до соответствующей красной точки на поверхности спектрометра, при этом:

$$r_i = (r_{0i} - 31) \text{ мм для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А;}$$

$$r_i = (r_{0i} - 37) \text{ мм для МКС-АТ6102В,}$$

где r_{0i} - расстояние (в миллиметрах), соответствующее мощности дозы $\dot{H}_{0i}^*$ (10) в i -й контрольной точке по данным метрологической аттестации дозиметрической установки;

в) включают питание спектрометра, проводят стабилизацию спектрометра согласно разделу 3 РЭ, переводят спектрометр в режим «ИЗМЕР», «Режим NaI» согласно разделу 3 РЭ;

г) проводят измерение мощности дозы фона $\dot{H}_{\phi i}$ в i -й контрольной точке со статистической погрешностью, индицируемой на экране спектрометра, не более 5 % (не более 2 % в первой контрольной точке) согласно разделу 3 РЭ;

д) подвергают спектрометр облучению с заданной мощностью дозы $\dot{H}_{0i}$ и измеряют мощность дозы $\dot{H}_i$ в i -й контрольной точке согласно разделу 3 РЭ. Количество измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны соответствовать таблице 7.3. За результаты измерений мощности дозы принимают средние арифметические значения из трёх измерений;

Таблица 7.3

Номер контрольной точки i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{0i}$	Измерение мощности дозы в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности Δ , %
		число измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,03 мкЗв/ч	3	10	± 20
2	0,07 мкЗв/ч	3	10	± 20
3	0,70 мкЗв/ч	3	3	± 20
4	7,00 мкЗв/ч	3	3	± 20
5	70,00 мкЗв/ч	3	3	± 20
6	130,00 мкЗв/ч	3	3	± 20
7	240,00 мкЗв/ч	3	3	± 20

Примечания

1 Измерение в точках 1, 2 проводится только при первичной поверке.

2 Измерение в точке 6 проводится только для МКС-АТ6102В.

3 Измерение в точке 7 проводится только для МКС-АТ6102 и МКС-АТ6102А.

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

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

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

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

$$\theta_{npi} = \frac{\dot{H}_i - \dot{H}_{\phi i} - \dot{H}_{0i}}{\dot{H}_{0i}} \cdot 100 \quad (6)$$

Примечание - В контрольных точках 5 - 7 значением фона можно пренебречь.

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности результатов 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 измерений мощности дозы гамма-излучения для спектрометра с детектором на основе счетчика Гейгера-Мюллера проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения с набором источников ^{137}Cs в контрольных точках $\dot{H}_{0i}$ согласно таблице 7.4 в следующей последовательности:

а) устанавливают спектрометр на поверочную дозиметрическую установку в направлении градуировки таким образом, чтобы центральная ось пучка излучения проходила через черную точку, расположенную на передней поверхности корпуса спектрометра и обозначающую проекцию центра счетчика Гейгера-Мюллера;

б) устанавливают спектрометр в i -ю проверяемую точку на расстоянии r_i , мм, от центра источника ^{137}Cs до черной точки на поверхности спектрометра, при этом

$$r_i = (r_{0i} - 25) \text{ мм},$$

где r_{0i} - расстояние, мм, соответствующее мощности дозы $\dot{H}_{0i}^*$ в i -й контрольной точке по данным метрологической аттестации дозиметрической установки;

в) включают питание спектрометра, переводят спектрометр в режим работы «ИЗМЕР», «Режим ГМ» согласно разделу 3 РЭ;

г) подвергают спектрометр облучению гамма-излучением с заданной мощностью дозы $\dot{H}_{0i}$ и измеряют согласно разделу 3 РЭ мощность дозы $\dot{H}_i$ в i -й контрольной точке. Статистическая погрешность каждого измерения, индицируемая на экране спектрометра, должна соответствовать таблице 7.4. За результат измерения мощности дозы принимают среднее значение из трех измерений;

д) определяют в i -й контрольной точке значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения Δ_i по 7.3.4 (е).

Таблица 7.4

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

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности результатов измерения мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности Δ , указанных в таблице 7.4.

7.3.6 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения для спектрометров с БДПА-01 проводят с использованием эталонных источников альфа-излучения ^{239}Pu типов 4П9, 5П9 или 6П9 в контрольных точках φ_{0i} , приведенных в таблице 7.5.

Таблица 7.5

Номер контрольной точки, i	Плотность потока альфа-излучения, мин ⁻¹ ·см ⁻²	Измерение плотности потока в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности Δ, %
		количество измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,5 - 10	3	10	±20
2	10 - 10 ²	3	5	±20
3	10 ² - 10 ³	3	3	±20
4	10 ³ - 10 ⁴	3	2	±20
5	10 ⁴ - 10 ⁵	3	2	±20

Проводят поверку в следующей последовательности:

- а) подключают БДПА-01 к спектрометру;
- б) включают спектрометр согласно разделу 3 РЭ;
- в) измеряют фоновую плотность потока с надетой на БДПА-01 крышкой-фильтром в течение не менее 1000 с, сохраняют фон и переводят спектрометр в режим с автоматическим вычитанием фона согласно разделу 3 РЭ;
- г) снимают с БДПА-01 крышку-фильтр и устанавливают альфа-источник на расстоянии $(2,0 \pm 0,5)$ мм от торцевой поверхности входного окна БДПА-01 до рабочей поверхности альфа-источника;

д) измеряют плотность потока альфа-излучения φ_i с автоматическим вычитанием фона в i-й контрольной точке. Количество измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны быть в соответствии с таблицей 7.5, при этом за результат измерения принимают среднее арифметическое значение из трёх измерений;

е) определяют в i-й проверяемой точке значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения Δ_i , %, с доверительной вероятностью 0,95 по формуле

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

где θ_{oi} - относительная погрешность эталонного i-го источника альфа-излучения, приведенная в свидетельстве о поверке на него, %;

θ_{npi} - относительная погрешность измерения плотности потока альфа-излучения в i-й контрольной точке, %, вычисляемая по формуле

$$\theta_{npi} = \frac{\varphi_i - \varphi_{oi}}{\varphi_{oi}} \cdot 100, \quad (8)$$

где φ_i - результат измерения плотности потока альфа-излучения с поверхности i-го эталонного источника, мин⁻¹·см⁻²;

φ_{oi} - плотность потока альфа-излучения с поверхности i-го эталонного источника, мин⁻¹·см⁻², вычисляемая по формуле

$$\varphi_{oi} = \frac{60 \cdot n_{oi}}{S_i}, \quad (9)$$

где n_{oi} - значение внешнего альфа-излучения в телесный угол 2π ср на дату поверки по данным свидетельства о поверке i -го эталонного источника альфа-излучения, с^{-1} ;

S_i - площадь рабочей поверхности i -го эталонного источника равная 40, 100 и 160 см^2 для источников типа 4П9, 5П9 и 6П9 соответственно.

Результаты поверки считают положительными, если во всех контрольных точках значения доверительных границ основной относительной погрешности результата измерения плотности потока альфа-излучения не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности Δ , указанных в таблице 7.5.

7.3.7 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения для спектрометров с БДПБ-01 проводят с использованием эталонных источников бета-излучения $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ типов 4С0, 5С0 или 6С0 в контрольных точках φ_{oi} , приведенных в таблице 7.7.

Проводят поверку в следующей последовательности:

- а) подключают БДПБ-01 к спектрометру;
- б) включают питание спектрометра согласно разделу 3 РЭ;
- в) измеряют фоновую плотность потока с надетой на БДПБ-01 крышкой-фильтром в течение не менее 1000 с, сохраняют фон и переводят спектрометр в режим с автоматическим вычитанием фона согласно разделу 3 РЭ;

г) снимают с БДПБ-01 крышку-фильтр и устанавливают бета-источник на расстоянии $(2,0 \pm 0,5)$ мм от торцевой поверхности корпуса входного окна БДПБ-01 до рабочей поверхности бета-источника;

д) измеряют плотность потока бета-излучения φ_i с автоматическим вычитанием фона в i -й контрольной точке. Количество измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны быть в соответствии с таблицей 7.6, при этом за результат измерений принимают среднее арифметическое значение из трёх измерений;

Таблица 7.6

Номер контрольной точки i	Плотность потока бета-излучения φ_{oi} , $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	Измерение плотности потока в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности Δ , %
		количество измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	3 - 10	3	10	± 20
2	10 - 10^2	3	5	± 20
3	10^2 - 10^3	3	3	± 20
4	10^3 - 10^4	3	3	± 20
5	10^4 - 10^5	3	2	± 20
6	10^5 - $5 \cdot 10^5$	3	2	± 20

е) определяют значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения Δ_i , %, с доверительной вероятностью 0,95 по формуле

$$\Delta_i = 1,1 \sqrt{\theta_{oi}^2 + \theta_{npi}^2}, \quad (10)$$

где θ_{oi} - относительная погрешность эталонного i -го источника бета-излучения, приведенная в свидетельстве о поверке на него, %;

θ_{npi} - относительная погрешность измерения плотности потока бета-излучения в i -й контрольной точке, %, вычисляемая по формуле

$$\theta_{npi} = \frac{\varphi_i - \varphi_{oi}}{\varphi_{oi}} \cdot 100, \quad (11)$$

где φ_i - результат измерения плотности потока бета-излучения с поверхности i -го образцового источника, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;

φ_{oi} - плотность потока бета-излучения с поверхности i -го эталонного источника, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, вычисляемая по формуле

$$\varphi_{oi} = \frac{60 \cdot n_{oi} \cdot e^{-\frac{0,693 \cdot t}{T_{1/2}}}}{S_i}, \quad (12)$$

где n_{oi} - значение внешнего бета-излучения $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ в телесный угол 2π ср на дату поверки по данным свидетельства о поверке i -го эталонного источника бета-излучения, с^{-1} ;

S_i - площадь рабочей поверхности i -го образцового источника равная 40, 100 и 160 см^2 для источников типа 4C0, 5C0 и 6C0 соответственно.

t - время, прошедшее между датой поверки источника и датой измерения, сут;

$T_{1/2} = 10636$ сут - период полураспада радионуклида ^{90}Sr ;

Результаты поверки считают положительными, если во всех контрольных точках значения доверительных границ основной относительной погрешности результата измерения плотности потока бета-излучения не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности Δ , указанных в таблице 7.6.

7.3.8 Определение уровня собственного фона спектрометра МКС-АТ6102 с детектором нейтронного излучения проводят в условиях естественного нейтронного фона ($\sim 0,015 \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$) в следующей последовательности:

а) включают питание спектрометра, переводят спектрометр в режим измерения скорости счета импульсов нейтронов (режим «ИЗМЕР») согласно разделу 3 РЭ;

б) измеряют скорость счета импульсов фоновое нейтронное излучения $N_0, \text{с}^{-1}$ три раза по 20 мин, согласно разделу 3 РЭ, и вычисляют среднее значение скорости счета нейтронного фона $\bar{N}_0$.

Результаты поверки считают положительными, если измеренные значения собственного фона спектрометра $\bar{N}_0$ находятся в пределах от 0,010 до 0,050 с^{-1} .

7.3.9 Определение чувствительности спектрометра МКС-АТ6102 с детектором нейтронного излучения к прямому нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.8 (а);
- б) в диапазоне расстояний от 50 до 100 см выбирают точку калибровки на расстоянии r_0 , см, от плутоний-бериллиевого источника, в которой обеспечивается плотность потока нейтронного излучения в диапазоне от 5 до 1000 нейтр/(с·см²);
- в) устанавливают в выбранную точку спектрометр так, чтобы расстояние от его нижней поверхности до центра источника было равно $r = [(r_0 - 2,3) \pm 0,2]$ см, при этом линия «центр источника излучения – спектрометр» должна проходить через точку красного цвета, расположенную на нижней поверхности корпуса спектрометра, и перпендикулярно нижней поверхности;
- г) согласно разделу 3 РЭ измеряют скорость счета фона N_0 в течение не менее 20 мин;
- д) проводят согласно разделу 3 РЭ три измерения скорости счета импульсов N , с⁻¹, от плутоний-бериллиевого источника до достижения статистической погрешности, индицируемой на экране спектрометра, не более 3% и вычисляют среднее значение скорости счета $\bar{N}$, с⁻¹;

е) определяют чувствительность S спектрометра (имп·см²/нейтр) по формуле

$$S = \frac{\bar{N} - N_0}{\varphi(r_0)} \cdot b(r_0) \cdot K, \quad (13)$$

где $\varphi(r_0)$ – плотность потока нейтронного излучения плутоний-бериллиевого источника на расстоянии r_0 на дату измерения по данным свидетельства о поверке источника, нейтр/(с·см²);

N_0 – скорость счёта фона, с⁻¹;

$b(r_0)$ – коэффициент, учитывающий вклад рассеянного нейтронного излучения;

K – коэффициент, используемый при поверке на установках типа УКПН и обусловленный зависимостью чувствительности нейтронного детектора от энергии нейтронного излучения.

Коэффициент K равен отношению чувствительности нейтронного детектора при измерениях в открытой геометрии к чувствительности при измерениях на установках УКПН и определяется на конкретной установке УКПН для данного типа нейтронного детектора.

При проведении измерений в открытой геометрии $K=1$.

Коэффициент $b(r_0)$ определяется следующим образом:

- 1) для открытой геометрии

$$b(r_0) = \frac{N - N_c}{N - N_0}, \quad (14)$$

где N – скорость счета от нейтронного источника в точке калибровки, с⁻¹;

N_0 – скорость счёта фона, с⁻¹;

N_c – скорость счета от нейтронного источника, измеренная с установленным между источником и БД теньвым конусом, с⁻¹;

- 2) для установок типа УКПН (КИС-НРД-МБм) коэффициент $b(r_0)$ определяется согласно методике, приведенной в рекомендации МИ 2513-99 ГСИ «Радиометры нейтронов. Методика поверки на установках типа УКПН (КИС-НРД-МБм)».

Значение произведения $b(r_0) \cdot K$ на расстоянии r_0 для данной установки УКПН определяют по формуле

$$b(r_0) \cdot K = \frac{S_0 \cdot \varphi(r_0)}{N - N_0}, \quad (15)$$

где S_0 – чувствительность спектрометра, определенная в условиях открытой геометрии, имп·см²/нейтр;

$\varphi(r_0)$ – плотность потока нейтронного излучения на расстоянии r_0 для установки УКПН, нейтр/(с·см²);

N – скорость счета от нейтронного источника в точке калибровки, с⁻¹;

N_0 – скорость счета фона, с⁻¹.

Полученное значение произведения $b(r_0) \cdot K$ используют при последующих поверках спектрометров типа МКС-АТ6102 на данной установке УКПН.

Результаты поверки считают положительными, если значения чувствительности спектрометра к прямому нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника составляет не менее 0,28 имп·см²/нейтр.

7.3.10 Определение основной относительной погрешности измерения мощности амбиентной дозы нейтронного излучения для спектрометров с блоком детектирования БДКН-03 (БДКН-03) проводят на эталонной дозиметрической установке нейтронного излучения в контрольных точках $\dot{H}_{0i}$ согласно таблице 7.7.

Таблица 7.7

Номер контрольной точки, i	Диапазон мощностей дозы в контрольной точке $\dot{H}_{0i}$, мкЗв/ч	Число измерений фона в контрольной точке	Измерение мощности дозы в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности Δi , %
			число измерений	статистическая погрешность измерения, %, не более	
1	0,5 - 1,0	1	3	10	±20
2	20 - 100	-	3	3	±20
3	$2 \cdot 10^2$ - 10^3	-	3	2	±20
4	$2 \cdot 10^3$ - $1 \cdot 10^4$	-	3	2	±20

Определяют основную относительную погрешность измерения мощности дозы нейтронного излучения в следующей последовательности:

а) устанавливают БДКН-03 на дозиметрическую установку таким образом, чтобы центральная ось потока излучения проходила на расстоянии 115 мм от переднего торца корпуса блока (рисунок 1);

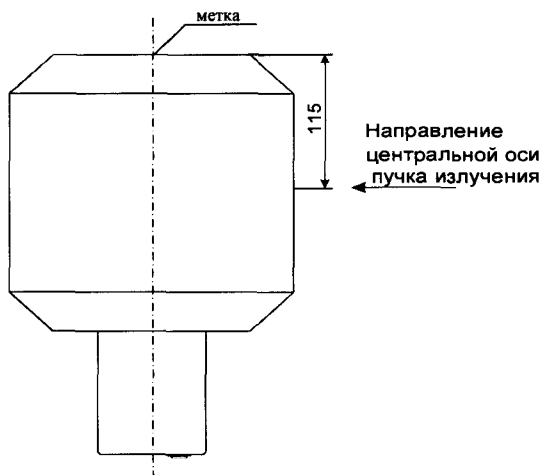


Рисунок 1

б) устанавливают расстояние r_i от центра источника до эффективного центра детектора (крестообразная метка на торце корпуса БД), соответствующее плотности потока $\dot{H}_{0i}$ в i -й контрольной точке по данным метрологической аттестации установки.

Примечание – Для того, чтобы весь объем детектора находился в однородном пучке излучения, расстояние от источника излучения до БД в точках проверки должно быть не менее 0,5 м для установок УКПН и не менее 0,3 м при проверке в открытой геометрии;

в) подключают БДКН-03 к спектрометру;

г) включают питание спектрометра и переходят в режим измерения мощности дозы нейтронного излучения с БДКН-03 согласно разделу 3 РЭ;

д) измеряют фоновую мощность дозы нейтронного излучения (фон) в течение не менее 20 мин.

Примечание – Измерение фона проводят при отсутствии нейтронного источника на поверочной установке. Для контрольных точек с мощностью дозы 20 мкЗв/ч и более фон допускается не учитывать;

е) подвергают БД облучению с заданной мощностью дозы $\dot{H}_{0i}$ и измеряют мощность дозы $\dot{H}_i$ в i -й контрольной точке согласно разделу 3 РЭ.

Необходимое количество измерений мощности дозы нейтронного излучения в каждой точке и статистическая погрешность единичного измерения при доверительной вероятности 0,95 должны соответствовать таблице 7.7;

ж) вычисляют значение результата измерения мощности дозы $\varphi_{эфи}$ по формуле

$$\dot{H}_{эфи} = \bar{\dot{H}}_i - \dot{H}_{фи}, \quad (16)$$

где $\bar{\dot{H}}_i$ – среднее арифметическое значение результатов измерения мощности дозы в i -й контрольной точке;

$\dot{H}_{фи}$ – результат измерения фона в i -й контрольной точке;

и) вычисляют значение показаний спектрометра с БДКН-03, обусловленное прямым излучением, по формуле

$$\dot{H}_{при} = \dot{H}_{эфи} \cdot B(R)_i, \quad (17)$$

где $B(R)_i$ – коэффициент, учитывающий вклад рассеянного нейтронного излучения в показания в i -й контрольной точке, определенный при проверке эталонной установки с данным типом блока детектирования (БДКН-03).

Коэффициенты $B(R)_i$ определяются:

1) с помощью метода теневого конуса при проверке в условиях открытой геометрии;

2) согласно МИ 2513-99 «Радиометры нейтронов. Методика поверки на установках типа УКПН (КИС-НРД-МБм)» при проверке в коллимированном пучке;

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

$$\Delta_i = 1,1 \sqrt{\theta_{oi}^2 + \theta_{при}^2}, \quad (18)$$

где θ_{oi} – основная погрешность дозиметрической установки в i -й контрольной точке, %;

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

$$\theta_{npi} = \frac{\dot{H}_{npi} - \dot{H}_{0i}}{\dot{H}_{0i}}. \quad (19)$$

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности результатов измерений мощности дозы нейтронного излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности Δ , указанных в таблице 7.7.

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 «Свидетельство о приемке» РЭ, заверенной подписью и оттиском поверительного клейма;
 - нанесением клейма-наклейки на боковую поверхность корпуса 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.

8.3 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

спектрометра МКС-АТ6102 зав. № _____

ДАТА ПОВЕРКИ _____

ПОВЕРКА ПРОВОДИЛАСЬ _____
поверочный орган

Условия поверки

температура	_____ °С;
относительная влажность	_____ %;
атмосферное давление	_____ мм рт.ст.;
внешний фон гамма-излучения	_____ мкЗв/ч;

Средства поверки

1 Внешний осмотр :

документация _____

комплектность _____

отсутствие механических повреждений _____

2 Опробование:

самоконтроль _____

соответствие ПО _____

Таблица А.1

Модификация спектрометра	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
МКС-АТ6102	АТ6102М	АТ6102М			CRC32
МКС-АТ6102А	АТ6102МА	АТ6102МА			CRC32
МКС-АТ6102В	АТ6102МВ	АТ6102МВ			CRC32

3 Метрологические характеристики

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

Таблица А.2

Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения 20-3000 кэВ								
Радионуклид	¹³⁷ Cs		²⁴¹ Am	⁵⁷ Co	¹³⁹ Ce	¹¹³ Sn	⁵⁴ Mn	²²⁸ Th
Энергия излучения E_{oi} , кэВ	32	662	59,5	122	166	392	835	1275
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.3

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 $\leq 8,0$ % для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А R $\leq 8,5$ % для МКС-АТ6102В

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

Таблица А.4

Тип источника гамма-излучения	Положение центра ППП n, канал	Измеренное значение энергии E, кэВ	Границы ППП E _л , E _п , кэВ	Скорость счета импульсов фона N _ф , с ⁻¹	Скорость счета импульсов в ППП N, с ⁻¹	Эффективность регистрации в ППП ε, %	ε, % (по ТУ)
ОСГИ-3			E _л =				2,10±0,42 ¹⁾
A ₀ = Бк			E _п =				2,7 ± 0,54 ²⁾

1) Для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А.

2) Для МКС-АТ6102В

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

Таблица А.5

Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}$	Мощность дозы фона $\dot{H}_\phi$, мкЗв/ч	Измеренные значения мощности дозы H_i , мкЗв/ч	Относительная погрешность измерения мощности дозы в i-й контрольной точке $\theta_{при}$, %	Основная относительная погрешность при поверке Δ_i , %	Пределы допускаемой основной относительной погрешности по ТУ Δ , %
	детектор NaI(Tl)				±20
0,03 мкЗв/ч ¹⁾					
0,07 мкЗв/ч ¹⁾					
0,7 мкЗв/ч					
7,0 мкЗв/ч					
70,0 мкЗв/ч					
130,0 мкЗв/ч ²⁾					
240 мкЗв/ч ³⁾					
	Счетчик Гейгера-Мюллера				±20
70,0 мкЗв/ч					
0,7 мЗв/ч					
7,0 мЗв/ч					
70,0 мЗв/ч					

1) Измерения проводят только при первичной поверке.

2) Измерения проводят только для МКС-АТ6102В.

3) Измерения проводят только для МКС-АТ6102 и МКС-АТ6102А

3.5 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения

Блок детектирования зав № _____

Таблица А.6

Плотность потока альфа-излучения в контрольной точке φ_{0i} , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Измеренные значения плотности потока φ_i , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Среднее значение $\bar{\varphi}_i$, мин ⁻¹ ·см ⁻²	Относительная погрешность θ_{npi} , %	Основная относительная погрешность при поверке Δ_i , %	Пределы допускаемой основной относительной погрешности по ТУ Δ , %
0,5-10					±20
10-10 ²					
10 ² -10 ³					
10 ³ -10 ⁴					
10 ⁴ -10 ⁵					

3.6 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения

Блок детектирования зав № _____

Таблица А.7

Плотность потока бета-излучения в контрольной точке φ_{0i} , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Измеренные значения плотности потока φ_i , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Среднее значение $\bar{\varphi}_i$, мин ⁻¹ ·см ⁻²	Относительная погрешность θ_{npi} , %	Основная относительная погрешность при поверке Δ_i , %	Пределы допускаемой основной относительной погрешности по ТУ Δ , %
3 - 10					±20
10 - 10 ²					
10 ² - 10 ³					
10 ³ - 10 ⁴					
10 ⁴ - 10 ⁵					
10 ⁵ - 5·10 ⁵					

3.7 Определение уровня собственного фона спектрометра МКС-АТ6102 с детектором нейтронного излучения

Таблица А.8

Измеренные значение скорости счета фона, N_0 , с ⁻¹	Среднее значение уровня собственного фона спектрометра, $\bar{N}_0$, с ⁻¹	Значение уровня собственного фона спектрометра по ТУ, с ⁻¹
		от 0,010 до 0,050

3.8 Определение чувствительности спектрометра МКС-АТ6102 к прямому нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника

Таблица А9

Плотность потока в контрольной точке $\Phi(r_0)$, $\text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	Тип и № источника	Расстояние до источника, r_0 , см	Значения произведения, $b(r_0) \cdot K$	Измеренные значения скорости счета импульсов, N , с^{-1}	Значение чувствительности спектрометра S , имп·см ² /нейтр	Значение чувствительности спектрометра по ТУ, имп·см ² /нейтр, не менее
				Среднее значение $\bar{N}$, с^{-1}		
Фон						0,28
5-1000						

3.9 Определение основной относительной погрешности измерения мощности дозы нейтронного излучения спектрометра с блоком детектирования БДКН-03

Блок детектирования зав № _____

Таблица А.10

Мощность дозы в i-той контрольной точке $\dot{H}_{0i}$, мкЗв/ч	Тип и № источника	Расстояние до источника r , см	Значение коэффициента $B(R)i$	Показания прибора в поверяемой точке $\dot{H}_i$, мкЗв/ч	Среднее значение показаний прибора $\bar{\dot{H}}_i$, мкЗв/ч	Результат измерения мощности дозы в контрольной точке $\dot{H}_{при}$, мкЗв/ч	Относительная погрешность измерения $\theta_{при}$, %	Доверительная граница основной погрешности, Δi , %	
								при поверке	по ТУ
фон									
0,5 – 1,0									±20
20 - 100									±20
$2 \cdot 10^2 - 10^3$									±20
$2 \cdot 10^3 - 10^4$									±20

Выводы _____

Свидетельство № _____ от _____
 (заключение о непригодности)

Поверку провел _____ (_____)