

СОГЛАСОВАНО

Директор УП «АТОМТЕХ»

В.А. Кожемякин
В.А. Кожемякин
«17» 01 2019



УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

В.Л. Гуревич
В.Л. Гуревич
«02» 2019



Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

СПЕКТРОМЕТРЫ МКС-АТ6101

Методика поверки

МРБ МП.1524-2019

(Взамен МРБ МП.1524 -2006)

РАЗРАБОТЧИК

Главный метролог – начальник отдела
радиационной метрологии
УП «АТОМТЕХ»

В.Д. Гузов
В.Д. Гузов
«17» 01 2019

Начальник лаборатории программного
обеспечения УП «АТОМТЕХ»

Е.В. Быстров
Е.В. Быстров
«17» 01 2019

Ведущий инженер-радиометрист
сектора радиометрии и спектрометрии
УП «АТОМТЕХ»

А.Н. Толкачёв
А.Н. Толкачёв
«17» 01 2019

ШМВ. №15131



КОПИЯ ВЕРНА

Содержание

1	Нормативные ссылки	3
2	Операции поверки	4
3	Средства поверки.....	6
4	Требования к квалификации поверителей	7
5	Требования безопасности	8
6	Условия поверки и подготовка к ней	8
7	Проведение поверки.....	9
7.1	Внешний осмотр.....	9
7.2	Опробование	9
7.3	Определение метрологических характеристик	11
7.3.1	Определение метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска до 31.12.2013	11
7.3.2	Определение метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска с 01.01.2014 до 30.11.2018	22
7.3.3	Определение метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска начиная с 01.12.2018	28
8	Оформление результатов поверки	33
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола поверки спектрометров с датой выпуска до 30.11.2018		34
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки спектрометров с датой выпуска начиная с 01.12.20018.		41
Библиография		45



Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на спектрометры МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д, МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ (далее – спектрометры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Настоящая МП разработана в соответствии с ТКП 8.003, СТБ 8065, ГОСТ 8.040, ГОСТ 8.041, ГОСТ 8.355, ГОСТ 26874.

Первичной поверке подлежат спектрометры, выпускаемые из производства.

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

Межповерочный интервал – 12 мес.

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

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

1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 8.003-2011 (03220) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Правила проведения работ

ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

СТБ 8065-2016 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Дозиметры и измерители мощности дозы фотонного излучения. Методика поверки

ГОСТ 8.031-82 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений потока и плотности потока нейтронов

ГОСТ 8.033-96 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников

ГОСТ 8.040-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Радиометры загрязненности поверхностей бета-активными веществами. Методика поверки

ГОСТ 8.041-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Радиометры загрязненности поверхностей альфа-активными веществами. Методика поверки

ГОСТ 8.087-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Установки дозиметрические рентгеновского и гамма-излучений эталонные. Методика поверки по мощности экспозиционной дозы и мощности кермы в воздухе

ГОСТ 8.355-79 Государственная система обеспечения единства измерений. Радиометры нейтронов. Методы и средства поверки

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 26874-84 Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров



ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования

Примечание – При использовании настоящей МП целесообразно проверить действие ТНПА по Перечню технических нормативных правовых актов, действующих на территории Республики Беларусь, и каталогу, составленным по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при использовании настоящей МП следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

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 метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска до 31.12.2013	7.3.1.1 - 7.3.1.13	Да	Да
3.1.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения	7.3.1.1, 7.3.1.2	Да	Да
3.1.2 Определение относительного энергетического разрешения	7.3.1.3, 7.3.1.4	Да	Да
3.1.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs	7.3.1.5, 7.3.1.6	Да	Да
3.1.4 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения	7.3.1.7 - 7.3.1.9	Да	Да
3.1.5 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В	7.3.1.10	Да	Да
3.1.6 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока бета-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В	7.3.2.11	Да	Да
3.1.7 Определение скорости счёта импульсов фоновое нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометра МКС-АТ6101С	7.3.1.12	Да	Да



Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
3.1.8 Определение чувствительности спектрометра МКС-АТ6101С к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника	7.3.1.13	Да	Да
3.2 Определение метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска от 01.01.2014 до 30.11.2018	7.3.2	Да	Да
3.2.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения	7.3.2.1, 7.3.2.2	Да	Да
3.2.2 Определение относительного энергетического разрешения	7.3.2.3, 7.3.2.4	Да	Да
3.2.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs	7.3.2.5, 7.3.2.6	Да	Да
3.2.4 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения	7.3.2.7 - 7.3.2.9	Да	Да
3.2.5 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В	7.3.2.10	Да	Да
3.2.6 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока бета-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В	7.3.2.11	Да	Да
3.2.7 Определение скорости счёта импульсов фоновое нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометра МКС-АТ6101С	7.3.2.12	Да	Да
3.2.8 Определение чувствительности спектрометра МКС-АТ6101С к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника	7.3.2.13	Да	Да
3.3 Определение метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска начиная с 01.12.2018	7.3.3	Да	Да
3.3.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения	7.3.3.1	Да	Да
3.3.2 Определение относительного энергетического разрешения	7.3.3.2	Да	Да
3.3.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs	7.3.3.4	Да	Да



Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
3.3.4 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения	7.3.3.4	Да	Да
3.3.5 Определение скорости счёта импульсов фоновое нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ	7.3.3.5	Да	Да
3.3.6 Определение чувствительности спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника	7.3.3.6	Да	Да
4 Оформление результатов поверки	8.1 - 8.3	Да	Да

Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.

2.2 При проведении поверки в Российской Федерации в случае использования спектрометра для измерения отдельных величин и (или) в ограниченных диапазонах измеряемых величин на основании письменного заявления владельца спектрометра допускается проведение поверки только для этих величин и (или) в этих ограниченных диапазонах в соответствии с [1]. При этом в свидетельстве о поверке должны быть указаны величины и диапазоны, для которых проводилась поверка.

3 Средства поверки

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

Таблица 3.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, обозначение ТНПА	Метрологические и основные технические характеристики
7.3.1.1 - 7.3.1.6, 7.3.2.1 - 7.3.2.7, 7.3.3.1 - 7.3.3	Эталонные спектрометрические источники гамма-излучения типа ОСГИ-3	Активность от 3 до 180 кБк. Поток фотонов в телесный угол 4π ср от $7 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$ с ⁻¹ . Погрешность не более $\pm 6\%$
7.3.1.7 - 7.3.1.9, 7.3.2.7 - 7.3.2.9, 7.3.3.4	Эталонная дозиметрическая установка гамма-излучения по ГОСТ 8.087 с набором источников ¹³⁷ Cs	Диапазон измерений мощности кермы в воздухе от 0,025 мкГр/ч до 7,0 Гр/ч. Погрешность не более $\pm 5\%$
7.3.1.10, 7.3.2.10	Эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.033 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 мин ⁻¹ ·см ⁻² . Погрешность не более $\pm 6\%$



Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, обозначение ТНПА	Метрологические и основные технические характеристики
7.3.1.11, 7.3.2.11	Эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.033 источники бета-излучения с радионуклидом $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ типов 4С0, 5С0, 6С0 с площадью рабочей поверхности 40; 100 и 160 cm^2 соответственно	Активность от 40 до $2 \cdot 10^6$ Бк Плотность потока от 3 до $5 \cdot 10^5$ $\text{мин}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$. Погрешность не более ± 6 %
7.3.1.12, 7.3.1.13, 7.3.2.12, 7.3.2.13, 7.3.3.5, 7.3.3.6	Эталонные плутоний-бериллиевые источники быстрых нейтронов по ГОСТ 8.031 типа ИБН, применяемые в открытой геометрии или в установках типов УКПН-1, УКПН-1М, КИС-НРД-МБм, УПН-АТ140	Поток быстрых нейтронов от источника в телесный угол 4π ср от $3 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^7 \text{c}^{-1}$. Плотность потока нейтронов на расстоянии 1 м от источника $2,5 - 500,0 \text{c}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$. Погрешность не более ± 8 %
6.1	Термометр	Цена деления $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Диапазон измерений температуры от $10 \text{ }^\circ\text{C}$ до $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Погрешность не более $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
6.1	Барометр	Цена деления 1 кПа. Диапазон измерений атмосферного давления от 80 до 106,7 кПа. Погрешность не более $\pm 0,2$ кПа
6.1	Измеритель влажности	Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 20 % до 90 %. Погрешность не более ± 5 %
6.1	Дозиметр гамма-излучения	Диапазон измерений фона гамма-излучения от 0,1 до 10,0 мкЗв/ч. Допускаемая основная относительная погрешность ± 20 %
<p>Примечания</p> <p>1 Все средства измерений должны иметь действующие клейма и (или) свидетельства о поверке. Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых спектрометров с требуемой точностью.</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>		

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, которые подтвердили компетентность выполнения данного вида поверочных работ.



5 Требования безопасности

- 5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования [2] и [3], а также:
- требования безопасности, установленные ГОСТ ИЕС 61010-1 для оборудования класса защиты III по ГОСТ 12.2.007.0;
 - правила техники эксплуатации электроустановок потребителей в соответствии с ТКП 181;
 - требования инструкции по технике безопасности и по радиационной безопасности, утвержденные руководителем организации;
 - требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на применяемые средства измерений и оборудование.

5.2 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 | от 15 °С до 25 °С; |
| – относительная влажность воздуха | от 30 % до 80 %; |
| – атмосферное давление | от 86 до 106,7 кПа; |
| – фон гамма-излучения | не более 0,20 мкЗв/ч. |

6.2 Перед проведением поверки необходимо:

- а) ознакомиться с [4], [5] на спектрометры МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ и [6] на портативный компьютер (далее – ПК), входящий в комплект поставки спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ;
- б) выдержать спектрометр в укладочном футляре в условиях по 6.1 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 эксплуатационной документацией.

6.3 Поверка спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д осуществляется с использованием блока обработки информации (далее – БОИ) с полностью заряженными встроенными аккумуляторами. Поверка спектрометра МКС-АТ6101С осуществляется с использованием адаптера ВТ-DU (ВТ-DU3) и ПК с полностью заряженными встроенными аккумуляторами. Поверка спектрометра МКС-АТ6101СМ осуществляется с использованием адаптера ВТ-DU3 и ПК с полностью заряженными встроенными аккумуляторами.



7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяют:

- а) соответствие комплектности поверяемого спектрометра требованиям раздела 1 [4] и объеме, необходимом для поверки;
- б) наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- в) наличие четких маркировочных надписей на БОИ, ВТ-DU (ВТ-DU3), ПК 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 работоспособности;
- подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО);
- проверку светозащищенности блока детектирования альфа-излучения БДПА-01 и блока детектирования бета-излучения БДПБ-01.

7.2.1.1 Проверку работоспособности проводят в режиме выполнения самоконтроля основных узлов спектрометров в соответствии с разделом 3 [4].

7.2.1.2 Подтверждение соответствия ПО проводят для спектрометров с датой выпуска начиная с 01.01.2014 идентификацией ПО и проверкой защиты ПО от несанкционированного доступа во избежание искажения результатов измерений. Проверка соответствия встроенного ПО блоков детектирования и адаптеров ВТ-DU (ВТ-DU3) осуществляется путём контроля отсутствия сообщений тестов самоконтроля об ошибках и проверкой целостности пломб на устройствах.

7.2.1.3 Для идентификации встроенного ПО БОИ спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д выполняют следующие операции:

- а) включают БОИ;
- б) наблюдают на экране БОИ номер версии встроенной программы;
- в) сравнивают номер версии встроенной программы БОИ с номером, указанным в разделе «Свидетельство о приёмке» [4].

7.2.1.4 Для идентификации прикладного ПО спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ выполняют следующие операции:

а) включают ПК из состава спектрометра и подсоединяют его к персональному компьютеру для проверки с помощью кабеля USB, предварительно установив USB-драйвер в соответствии с [6]. Кабель USB и электронный носитель данных с драйвером находятся в комплекте поставки ПК;

б) наблюдают на экране персонального компьютера для проверки файловую систему ПК через File Explorer;

в) сравнивают номер версии указанный в разделе «Свидетельство о приёмке» [4] с номером, который появляется на экране персонального компьютера при запуске ПО.



г) на ПК из состава спектрометра открывают папку «\Program files\ATASScannerMobile»;

д) копируют файл «ATASScanner mobile.exe» на персональный компьютер;

е) с помощью программы для расчета контрольной суммы (TotalCommander, DoubleCommander и др.) подсчитывают контрольную сумму файла «ATASScanner mobile.exe» по методу MD5 и сравнивают ее со значением, приведенным в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Метод расчёта контрольной суммы
«ATASScanner Mobile»	«ATASScanner mobile.exe»	5.1.7, 5.y.x *	33bd9238d31c5ffd01c4aa5a29d361f2	MD5
БОИ МКС-АТ6101	__AT6101_ED2.hex	5.1.z.x *	Не определён	–
БОИ МКС-АТ6101А	__AT6101A_ED2_NE WACT.hex	5.1.z.x *	Не определён	–
БОИ МКС-АТ6101В	__AT6101B_ED2.hex	5.1.z.x *	Не определён	–
БОИ МКС-АТ6101Д	__AT6101D_ED2_NE WACT.hex	5.1.z.x *	Не определён	–

* x = [от 1 до 9], y = [от 1 до 9], z = [1-999], текущий номер версии встроенной программы БОИ и ПК указан в разделе «Свидетельство о приёмке» [4].
Цифровой идентификатор ПО указан только для версии 5.1.7 «ATASScanner mobile.exe».

7.2.1.5 Проверку светозащищённости блоков детектирования БДПА-01, БДПБ-01 проводят в следующей последовательности:

– измеряют скорость счёта фоновых импульсов при снятой с БДПА-01 (БДПБ-01) крышке за время не менее 1000 с в соответствии с разделом 3 [4];

– устанавливают на расстоянии 40-50 см от рабочей поверхности БДПА-01 (БДПБ-01) лампу накаливания мощностью 40 Вт и включают ее;

– измеряют скорость счёта фоновых импульсов за время не менее 1000 с при дополнительном освещении.

Светозащищённость БДПА-01 и БДПБ-01 считают удовлетворительной, если скорость счёта фоновых импульсов 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 после прохождения самоконтроля спектрометр переходит в режим инициализации, идентификационные данные ПО соответствуют приведенным в таблице 7.1 и разделе «Свидетельство о приёмке» [4], а светозащищённость БДПА-01 и БДПБ-01 соответствует заданным требованиям.



7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска до 31.12.2013

7.3.1.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д проводят в следующей последовательности:

а) включают спектрометр и проводят стабилизацию в соответствии с разделом 2 [4].

Примечание – Перед поверкой МКС-АТ6101Д с торцевой поверхности корпуса контейнера должен быть снят защитный резиновый амортизатор. По окончании поверки амортизатор должен быть установлен на контейнер;

б) устанавливают поочередно источники гамма-излучения типа ОСГИ-3, указанные в таблице 7.2, на продольной оси БД перед его торцевой поверхностью;

Таблица 7.2

Номер источника, i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Радионуклид	^{137}Cs	^{241}Am	^{57}Co	^{139}Ce	^{113}Sn	^{54}Mn	^{22}Na	^{88}Y	^{228}Th
Энергия излучения E_{0i} , кэВ	32 ¹⁾ ; 662	59,5	122	166	392	835	1275	1836 ²⁾	2614 ²⁾

¹⁾ Используют только при поверке МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101С в диапазоне энергий от 20 до 1500 кэВ.
²⁾ Используют только при поверке в диапазоне энергий от 40 до 3000 кэВ.

в) инициируют процесс набора спектра согласно разделу 3 [4];

г) оценивают скорость счета импульсов по спектру от источника по показаниям, индицируемым на табло БОИ. Она должна находиться в пределах от 250 до 10000 с^{-1} ;

д) если это требование не выполняется, то изменяют расстояние между источником и БД и повторяют операции по 7.3.1.1 (б-г);

е) измеряют спектр от источника гамма-излучения до достижения значения интегрального числа импульсов в пике полного поглощения (ППП) не менее 2000;

ж) определяют положение центра ППП n_i и измеренное значение энергии гамма-излучения E_i , кэВ, согласно разделу 3 [4], при этом для более детального анализа формы ППП используют процедуру расширения спектра в режиме отображения с одним маркером, установленным примерно в центр ППП;

и) переключают МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В в диапазон измеряемых энергий от 40 до 3000 кэВ согласно разделу 3 [4] и повторяют операции по 7.3.1.1 (б-ж);

к) определяют основную относительную погрешность характеристики преобразования спектрометра ПХП, %, по формуле

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

где ΔE_{\max} – максимальное значение из рассчитанных разностей $\Delta E_i = |E_{0i} - E_i|$;

E_{\max} – верхняя граница диапазона энергий, равная 1500 или 3000 кэВ, в зависимости от поверяемого энергетического диапазона.



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

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

7.3.1.2 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения спектрометра МКС-АТ6101С проводят в следующей последовательности:

- а) включают спектрометр и проводят стабилизацию в соответствии с разделом 2 [4];
- б) переводят спектрометр в спектрометрический режим выбором команды «Меню→Режим→Спектрометрия»;
- в) устанавливают поочередно эталонные источники гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидами, указанными в таблице 7.2, по оси БДКГ-11 перед его торцевой поверхностью;
- г) в диапазоне измеряемых энергий от 20 до 1500 кэВ инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 0 с;
- д) оценивают скорость счета импульсов по спектру от источника по показаниям, индицируемым на экране ПК. Она должна находиться в пределах от 250 до 10000 с⁻¹;
- е) если это требование не выполняется, то изменяют расстояние между источником и торцевой поверхностью БДКГ-11 и повторяют операции по 7.3.1.2 (г, д);
- ж) измеряют спектр от источника до достижения значения интегрального числа импульсов в пике полного поглощения (ППП) не менее 10000. Интегральное число импульсов в ППП определяется согласно разделу 3 [4];
- и) определяют положение максимума ППП n_i и значение энергии гамма-излучения E_i , кэВ, согласно разделу 2 [5];
- к) определяют основную относительную погрешность характеристики преобразования ПХП спектрометра по формуле (1);
- л) переключают спектрометр в диапазон измеряемых энергий от 40 до 3000 кэВ выбором команды «Меню→Спектрометрия→Шкала 0,04 – 3 МэВ»;
- м) проводят стабилизацию спектрометра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Стабилизировать»;

н) повторяют операции по 7.3.1.2 (в-к) для диапазона измеряемых энергий от 40 до 3000 кэВ.

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

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

7.3.1.3 Определение относительного энергетического разрешения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.1.1 (а);
- б) размещают и фиксируют вплотную к торцевой поверхности корпуса БД (корпуса контейнера с БДКГ-11 для МКС-АТ6101Д) источник гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ¹³⁷Cs, при этом центр активной части источника должен совпадать с



геометрическим центром торцевой поверхности корпуса БД (корпуса контейнера с БДКГ-11 для МКС-АТ6101Д) с погрешностью не более $\pm 2,0$ мм;

- в) иницируют набор спектра согласно разделу 3 [4];
- г) измеряют спектр гамма-излучения от источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 до достижения числа импульсов по оси ординат в максимуме ППП не менее 10^4 ;
- д) определяют значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 3 [4].

Результаты поверки считают положительными, если относительное энергетическое разрешение не превышает 9 % для спектрометра МКС-АТ6101 и 9,5 % для спектрометров МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д.

7.3.1.4 Определение относительного энергетического разрешения спектрометра МКС-АТ6101С проводят в следующей последовательности:

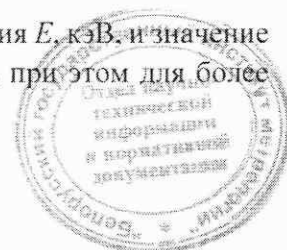
- а) выполняют операции согласно 7.3.1.2 (а, б);
- б) размещают и фиксируют вплотную к торцевой поверхности корпуса БД эталонный источник гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs , при этом центр активной части источника должен совпадать с геометрическим центром торцевой поверхности корпуса БД с погрешностью не более $\pm 2,0$ мм;
- в) в диапазоне измеряемых энергий от 20 до 1500 кэВ иницируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 0 с;
- г) измеряют спектр гамма-излучения от источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 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} . Интегральное число импульсов в ППП определяется согласно разделу 3 [4];
- д) определяют значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 2 [5].

Результаты поверки считают положительными, если относительное энергетическое разрешение спектрометра не превышает 9,5 %.

7.3.1.5 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.1.1 (а);
- б) задают время набора спектра 200 с согласно разделу 3 [4];
- в) измеряют фоновый спектр и сохраняют его в памяти спектрометра согласно разделу 3 [4];
- г) задают режим вычитания фонового спектра согласно разделу 3 [4];
- д) выполняют операции согласно 7.3.1.3 (б);
- е) измеряют спектр от источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs с автоматическим вычитанием фонового спектра. По истечении заданного времени набора 200 с набор спектра будет остановлен;

ж) определяют положение центра ППП μ , значение энергии излучения E , кэВ, и значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 3 [4], 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 левую E_a , кэВ, и правую E_n , кэВ, границы ППП по формулам

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

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

где E , кэВ, и R , % – энергия ППП и относительное энергетическое разрешение, соответственно, определенные согласно 7.3.1.5 (ж);

к) устанавливают подвижные маркеры в позиции, примерно соответствующие значениям энергий E_a и E_n ;

л) считают с табло БОИ измеренную скорость счета импульсов N , с⁻¹, в ППП за вычетом фона в выделенном энергетическом окне;

м) определяют эффективность регистрации в ППП ε , %, по формуле

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

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

$\eta = 0,851$ – среднее число фотонов с энергией 662 кэВ, испускаемых при одном акте распада радионуклида ^{137}Cs ;

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

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

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

- $(3,29 \pm 0,65)$ % для спектрометра МКС-АТ6101;
- $(7,32 \pm 1,46)$ % для спектрометров МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В;
- $(5,34 \pm 1,06)$ % для спектрометра МКС-АТ6101Д.

7.3.1.6 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs спектрометра МКС-АТ6101С проводят в следующей последовательности:

а) выполняют операции согласно 7.3.1.2 (а, б);

б) в диапазоне измеряемых энергий от 20 до 1500 кэВ инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 200 с, измеряют спектр и сохраняют его как фоновый выбором команды «Пуск→Спектрометрия→Сохранить фон»;

в) переходят в режим вычитания фонового спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Вычитать фон»;

г) выполняют операции согласно 7.3.1.4 (б);

д) в диапазоне измеряемых энергий от 20 до 1500 кэВ инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 200 с и измеряют спектр от источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs с автоматическим вычитанием фонового спектра;



е) определяют положение максимума ППП n , значение энергии гамма-излучения E , кэВ, и значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 2 [5], при этом для более детального анализа формы ППП устанавливают маркер примерно в центр ППП и используют элементы управления спектром для масштабирования спектра;

ж) определяют левую E_L , кэВ, и правую E_R , кэВ, границы ППП по формулам (2) и (3), где E и R – энергия ППП и относительное энергетическое разрешение, соответственно, определенные согласно 7.3.1.6 (е);

и) устанавливают подвижные маркеры в позиции, примерно соответствующие значениям энергий E_L и E_R согласно разделу 2 [5];

к) считывают с экрана ПК измеренную скорость счета импульсов N в ППП в выделенном энергетическом окне;

л) определяют эффективность регистрации в ППП ε , %, по формуле (4).

Результаты поверки считаются положительными, если эффективность регистрации в ППП с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs равна $(7,32 \pm 1,46)$ %.

7.3.1.7 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения (далее – мощности дозы) спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д 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:

а) подключают БДКГ-05 спектрометра МКС-АТ6101, (БДКГ-11 спектрометра МКС-АТ6101В, контейнер с БДКГ-11 спектрометра МКС-АТ6101Д) к БОИ;

б) включают спектрометр и проводят стабилизацию в соответствии с разделом 2 [4];

в) устанавливают БД (контейнер с БДКГ-11 спектрометра МКС-АТ6101Д) на эталонную дозиметрическую установку в направлении таким образом, чтобы центральная ось пучка излучения проходила через центр торцевой поверхности корпуса БД;

г) устанавливают БД (контейнер с БДКГ-11 спектрометра МКС-АТ6101Д) в i -ю контрольную точку, мощность дозы в которой на расстоянии r_i , мм, равна \dot{H}_{0i}^* (10) по данным свидетельства о поверке дозиметрической установки.

Примечание - Расстояние для i -й контрольной точки от центра источника ^{137}Cs до торцевой поверхности корпуса БД должно быть равно $(r_i - 23)$ мм для БДКГ-05 и $(r_i - 30)$ мм для БДКГ-11. Расстояние для i -й контрольной точки от центра источника ^{137}Cs до торцевой поверхности резинового амортизатора контейнера спектрометра МКС-АТ6101Д должно быть равно $(r_i - 40)$ мм;

д) проводят измерение мощности дозы фона в i -й контрольной точке со статистической погрешностью, индицируемой на табло БОИ, не более 5 % согласно разделу 3 [4];

е) переводят спектрометр согласно разделу 3 [4] в режим автоматического вычитания мощности дозы фона, подвергают БД воздействию излучения с заданной мощностью дозы \dot{H}_{0i}^* (10) и измеряют мощность дозы \dot{H}_i^* (10) в i -й контрольной точке. Число измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны быть согласно таблице 7.3. Определяют среднее значение \bar{H}_i^* (10) и принимают его за результат измерения мощности дозы в i -й контрольной точке;



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, %
		число измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,07 мкЗв/ч	3	10	± 20
2	0,70 мкЗв/ч	3	5	
3	7,00 мкЗв/ч	3	5	
4	70,00 мкЗв/ч	3	3	
5	240,00 мкЗв/ч	3	3	

Примечания
 1 Измерения в контрольной точке 5 проводят только для спектрометра МКС-АТ6101 с БДКГ-05.
 2 В контрольных точках 4, 5 значением фона можно пренебречь.

ж) 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 эталонной дозиметрической установки в i -й контрольной точке, %, приведенная в свидетельстве о поверке на установку;

θ_{npi} – относительная погрешность при измерении мощности дозы в i -й контрольной точке, %, вычисляемая по формуле

$$\theta_{npi} = \frac{\bar{H}_i^*(10) - \dot{H}_{0i}^*(10)}{\dot{H}_{0i}^*(10)} \cdot 100. \quad (6)$$

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %.

7.3.1.8 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения спектрометра МКС-АТ6101С 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:

- включают спектрометр и проводят стабилизацию в соответствии с разделом 2 [4];
- устанавливают БД на эталонную дозиметрическую установку в направлении пучка излучения таким образом, чтобы центральная ось пучка излучения проходила центр торцевой поверхности корпуса БД;
- устанавливают БД в i -ю контрольную точку, мощность дозы в которой на расстоянии r_i , мм, равна \dot{H}_{0i}^* (10) по данным свидетельства о поверке эталонной дозиметрической установки.

Примечание – Расстояние для i -й контрольной точки от центра источника ^{137}Cs до торцевой поверхности корпуса БД должно быть равно $(r_i - 30)$ мм;



г) переводят спектрометр в режим «Дозиметрия» выбором команды «Меню→Режим→Дозиметрия»;

д) проводят измерение мощности дозы фона в i -й контрольной точке со статистической погрешностью, индицируемой на экране ПК, не более 5 % согласно разделу 2 [5];

е) переводят спектрометр согласно разделу 2 [5] в режим автоматического вычитания мощности дозы фона, подвергают БД воздействию излучения с заданной мощностью дозы \dot{H}_{0i}^* (10) и измеряют мощность дозы \dot{H}_i^* (10) в i -й контрольной точке. Число измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны быть согласно таблице 7.3;

ж) определяют среднее значение $\bar{\dot{H}}_i^*$ (10) и принимают его за результат измерения мощности дозы в i -й контрольной точке;

и) определяют в i -й контрольной точке значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения Δ_i , %, с вероятностью 0,95 по формуле (5).

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %.

7.3.1.9 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с устройством детектирования, встроенным в БОИ (УД БОИ), проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения с набором источников ^{137}Cs в контрольных точках \dot{H}_{0i}^* (10) согласно таблице 7.4.

Таблица 7.4

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

Примечание – В контрольных точках 2-4 значением фона можно пренебречь.

Определяют основную относительную погрешность при измерении мощности дозы гамма-излучения в следующей последовательности:

а) устанавливают БОИ на эталонную дозиметрическую установку таким образом, чтобы центральная ось пучка излучения проходила через метку на боковой поверхности корпуса БОИ, ориентированной в сторону источника излучения;

б) устанавливают БОИ в i -ю контрольную точку мощность дозы, в которой на расстоянии r_i , равна \dot{H}_{0i}^* (10) по данным свидетельства о поверке эталонной дозиметрической установки.

Примечание - Расстояние для i -й контрольной точки от центра источника до метки на боковой поверхности корпуса БОИ должно быть равно $(r_i - 18)$ мм;



в) включают БОИ и по истечении времени установления рабочего режима проводят измерение мощности дозы фона в i -й контрольной точке со статистической погрешностью не более 50 % согласно разделу 3 [4];

г) переводят БОИ в режим измерения мощности дозы с автоматическим вычитанием фона согласно разделу 3 [4], БОИ подвергают воздействию гамма-излучения с заданной мощностью дозы \dot{H}_{0i}^* (10) и измеряют мощность дозы \dot{H}_i^* (10) в i -й контрольной точке. Число измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны быть согласно таблице 7.4. Определяют среднее значение \bar{H}_i^* (10) и принимают его за результат измерения мощности дозы в i -й контрольной точке;

д) определяют в i -й контрольной точке значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения Δ по формуле (5).

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %.

7.3.1.10 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с БДПА-01 проводят с использованием эталонных источников альфа-излучения ^{239}Pu типов 4П9, 5П9 или 6П9 в контрольных точках, приведенных в таблице 7.5.

Проводят поверку в следующей последовательности:


а) подключают БДПА-01 к БОИ;
 б) включают спектрометр;
 в) устанавливают режим измерения плотности потока и измеряют фон с надетой на БДПА-01 крышкой в течение не менее 1000 с согласно разделу 3 [4];

г) переводят спектрометр в режим с автоматическим вычитанием фона согласно разделу 3 [4], при этом фон автоматически запоминается в спектрометре;

д) снимают с БДПА-01 крышку и устанавливают i -й эталонный источник, обеспечивающий плотность потока альфа-излучения в i -й контрольной точке на расстоянии от торцевой поверхности входного окна БДПА-01 до рабочей поверхности альфа-источника, равном $(2,0 \pm 0,5)$ мм;

е) измеряют согласно разделу 3 [4] плотность потока альфа-излучения ϕ_i с автоматическим вычитанием фона в i -й контрольной точке, снимая показания при статистической погрешности, указанной в таблице 7.5;

Таблица 7.5

Номер контрольной точки, i	Плотность потока альфа-излучения, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$	Измерение плотности потока в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
		количество измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,5 - 10	3	12	
2	10 - 10^2	3	10	
3	10^2 - 10^3	3	5	
4	10^3 - 10^4	3	5	
5	10^4 - 10^5	3	5	

ж) определяют значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-излучения Δ_i , %, с доверительной вероятностью 0,95 по формуле

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

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

$\theta_{при}$ – относительная погрешность при измерении плотности потока альфа-излучения в i -й контрольной точке, %, вычисляемая по формуле

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

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

φ_{oi} – плотность потока альфа-излучения с поверхности i -го эталонного источника, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, 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 при измерении плотности потока альфа-излучения не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %.

7.3.1.11 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока бета-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с БДПБ-01 проводят с использованием эталонных источников бета-излучения $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ типов 4С0, 5С0 или 6С0 в контрольных точках, приведенных в таблице 7.6, в следующей последовательности:

- а) подключают БДПБ-01 к БОИ;
- б) включают спектрометр;
- в) измеряют фон с надетой на БДПБ-01 крышкой в течение не менее 1000 с согласно разделу 3 [4];
- г) переводят спектрометр в режим с автоматическим вычитанием фона согласно разделу 3 [4];
- д) снимают с БДПБ-01 крышку и устанавливают i -й эталонный источник, обеспечивающий плотность потока бета-излучения в i -й контрольной точке на расстоянии от торцевой поверхности корпуса входного окна БДПБ-01 до рабочей поверхности бета-источника, равном $(2,0 \pm 0,5)$ мм;



е) измеряют согласно разделу 3 [4] плотность потока бета-излучения φ_i с автоматическим вычитанием фона в i -й контрольной точке, снимая показания при статистической погрешности, указанной в таблице 7.6;

Таблица 7.6

Номер контрольной точки, i	Плотность потока бета-излучения φ_{0i} , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Измерение плотности потока в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
		количество измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	3 - 10	3	12	±20
2	10 - 10 ²	3	10	
3	10 ² - 10 ³	3	5	
4	10 ³ - 10 ⁴	3	5	
5	10 ⁴ - 10 ⁵	3	5	
6	10 ⁵ - 5·10 ⁵	3	5	

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

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

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

$\theta_{при}$ - относительная погрешность при измерении плотности потока бета-излучения в i -й контрольной точке, %, вычисляемая по формуле

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

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

φ_{oi} - плотность потока бета-излучения с поверхности i -го эталонного источника, мин⁻¹·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 ⁹⁰Sr+⁹⁰Y в телесный угол 2 π ср на дату поверки по данным свидетельства о поверке i -го эталонного источника бета-излучения, с⁻¹;

S_i - площадь рабочей поверхности i -го эталонного источника, равная 40; 100 и 160 см² 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 ⁹⁰Sr.

Результаты поверки считают положительными, если во всех контрольных точках значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении плотности потока бета-излучения не превышают пределов допускаемой основной погрешности ±20 %.



7.3.1.12 Определение скорости счёта импульсов фонового нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-01, БДКН-05 проводят в следующей последовательности:

- а) включают спектрометр в соответствии с разделом 2 [4];
- б) переводят спектрометр в режим «Дозиметрия» выбором команды «Меню→Режим→Дозиметрия», при этом на экране ПК начнет отображаться регистрируемая скорость счета импульсов;
- в) измеряют скорость счета импульсов, обусловленных фоновым излучением N_0 (уровень собственного фона спектрометра) до достижения статистической погрешности, индицируемой на экране ПК, не более 50 %.

Результаты поверки считают положительными, если измеренные значения скорости счёта импульсов фонового нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометра находятся в пределах:

- от 0,002 до 0,055 с⁻¹ для МКС-АТ6101С с БДКН-01;
- от 0,010 до 0,350 с⁻¹ для МКС-АТ6101С с БДКН-05.

7.3.1.13 Определение чувствительности спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-01, БДКН-05 к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.1.12 (а, б);
- б) устанавливают на расстоянии $(95,5 \pm 0,5)$ см от боковой поверхности блока детектирования плутоний-бериллиевый источник, обеспечивающий плотность потока нейтронного излучения на расстоянии 1 м в диапазоне от 2,5 до 500 нейтр./($\text{с} \cdot \text{см}^2$), при этом центральная ось пучка излучения должна проходить:
 - для БДКН-01 – через кольцевую риску на боковой поверхности БД и перпендикулярно оси детектора (крестообразная метка на торце БД);
 - для БДКН-05 – через метку на боковой поверхности и перпендикулярно боковой поверхности;
- в) начинают новое измерение скорости счета выбором команды «Меню→Дозиметрия→Сброс усреднения (нейтроны)» и измеряют скорость счета N от плутоний-бериллиевого источника до достижения статистической погрешности не более 3 %;
- г) определяют чувствительность S спектрометра, $\text{имп} \cdot \text{см}^2/\text{нейтр.}$, по формуле

$$S = \frac{N - N_0}{\varphi}, \quad (13)$$

где φ – плотность потока нейтронного излучения плутоний-бериллиевого источника на расстоянии 1 м на дату измерения по данным свидетельства о поверке источника, нейтр./($\text{с} \cdot \text{см}^2$);

N_0 – скорость счета фоновых импульсов, измеренная по 7.3.1.12 (в).

Результаты поверки считают положительными, если значения чувствительности спектрометра к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника составляет не менее 1,6 $\text{имп} \cdot \text{см}^2/\text{нейтр.}$ для МКС-АТ6101С с БДКН-01 и не менее 13 $\text{имп} \cdot \text{см}^2/\text{нейтр.}$ для МКС-АТ6101С с БДКН-05.



7.3.2 Определение метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска с 01.01.2014 до 30.11.2018

7.3.2.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д проводят в соответствии с 7.3.1.1 (а-к).

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

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

7.3.2.2 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения спектрометра МКС-АТ6101С проводят в следующей последовательности:

- включают спектрометр и проводят стабилизацию в соответствии с разделом 2 [4];
- переводят спектрометр в спектрометрический режим выбором команды «Меню→Режим→Спектрометрия»;
- устанавливают поочередно эталонные источники гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидами, указанными в таблице 7.7, по оси БДКГ-11М перед его торцевой поверхностью;

Таблица 7.7

Номер источника, i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Радионуклид	^{137}Cs	^{241}Am	^{57}Co	^{139}Ce	^{113}Sn	^{54}Mn	^{22}Na	^{88}Y	^{228}Th
Энергия излучения E_{0i} , кэВ	32; 662	59,5	122	166	392	835	1275	1836	2614

г) инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 0 с;

д) оценивают скорость счета импульсов по спектру от источника по показаниям, индицируемым на экране ПК. Она должна находиться в пределах от 250 до 10000 с^{-1} ;

е) если это требование не выполняется, то изменяют расстояние между источником и торцевой поверхностью БДКГ-11М и повторяют операции по 7.3.2.2 (г, д);

ж) измеряют спектр от источника гамма-излучения до достижения значения интегрального числа импульсов в пике полного поглощения (ППП) не менее 10^4 . Интегральное число импульсов в ППП определяется согласно разделу 3 [4];

и) определяют положение максимума ППП n_i и значение энергии гамма-излучения E_i , кэВ, согласно разделу 2 [5];

к) определяют основную относительную погрешность характеристики преобразования ПХП спектрометра по формуле (1).

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

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



7.3.2.3 Определение относительного энергетического разрешения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д проводят в соответствии с 7.3.1.3 (а-д).

Результаты поверки считают положительными, если относительное энергетическое разрешение спектрометра не превышает:

- 8,5 % для спектрометра МКС-АТ6101;
- 9,0 % для спектрометров МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д.

7.3.2.4 Определение относительного энергетического разрешения спектрометра МКС-АТ6101С проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.2.3 (а, б);
- б) размещают и фиксируют вплотную к торцевой поверхности корпуса БДКГ-11М источник гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs , при этом центр активной части источника должен совпадать с геометрическим центром торцевой поверхности корпуса БДКГ-11М с погрешностью не более $\pm 2,0$ мм;
- в) инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 0 с;
- г) измеряют спектр гамма-излучения от источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 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} . Интегральное число импульсов в ППП определяется согласно разделу 3 [4];
- д) определяют значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 2 [5].

Результаты поверки считают положительными, если относительное энергетическое разрешение спектрометра не превышает 8,5 %.

7.3.2.5 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д проводят в соответствии с 7.3.1.5 (а-д).

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

- $(3,29 \pm 0,65)$ % для спектрометра МКС-АТ6101;
- $(7,32 \pm 1,46)$ % для спектрометров МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В;
- $(5,0 \pm 1,0)$ % для спектрометра МКС-АТ6101Д.

7.3.2.6 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs спектрометра МКС-АТ6101С проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.2.3 (а, б);
- б) инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 200 с, измеряют спектр и сохраняют его как фоновый выбором команды «Пуск→Спектрометрия→Сохранить фон»;
- в) переходят в режим вычитания фонового спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Вычитать фон»;
- г) выполняют операции согласно 7.3.2.4 (б);
- д) инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 200 с и измеряют спектр от источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs с автоматическим вычитанием фонового спектра;



е) определяют положение максимума ППП n , значение энергии гамма-излучения E , кэВ, и значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 2 [5], при этом для более детального анализа формы ППП устанавливают маркер примерно в центр ППП и используют элементы управления спектром для масштабирования спектра;

ж) определяют левую E_L , кэВ, и правую E_R , кэВ, границы ППП по формулам (2) и (3), где E и R – энергия ППП и относительное энергетическое разрешение, соответственно, определенные согласно 7.3.2.4 (г);

и) устанавливают подвижные маркеры в позиции, примерно соответствующие значениям энергий E_L и E_R согласно разделу 2 [5];

к) считывают с экрана ПК измеренную скорость счета импульсов N в ППП в выделенном энергетическом окне;

л) определяют эффективность регистрации в ППП ε , %, по формуле (4).

Результаты поверки считают положительными, если эффективность регистрации в ППП с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs равна $(7,32 \pm 1,46)$ %.

7.3.2.7 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения в соответствии с 7.3.1.7 (а-ж).

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %.

7.3.2.8 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения спектрометра МКС-АТ6101С с БДКГ-11М и БДКГ-04 проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения с набором источников ^{137}Cs в контрольных точках $\dot{H}_{oi}^*(10)$ согласно таблицам 7.8, 7.9 в следующей последовательности:

а) выполняют операции согласно 7.3.2.2 (а);

б) устанавливают БД на эталонную дозиметрическую установку. Для БДКГ-11М центральная ось пучка излучения должна проходить через метку и перпендикулярно торцевой поверхности корпуса, ориентированной в сторону источника излучения. Для БДКГ-04 центральная ось пучка излучения должна проходить через метку на торцевой поверхности корпуса (на защитном колпачке), при этом необходимо, чтобы к адаптеру ВТ-ДУ был подключен спектрометрический блок детектирования БДКГ-11М.

Примечание - Чтобы избежать выхода из строя и временную потерю работоспособности спектрометрического блока детектирования БДКГ-11М при проверке БДКГ-04 в контрольных точках 5 – 9 таблицы 7.9, его необходимо экранировать свинцовыми пластинами толщиной не менее 5 см;

в) устанавливают БД в i -ю контрольную точку, мощность дозы в которой на расстоянии r_i , мм, от центра источника ^{137}Cs до торцевой поверхности корпуса БД, при этом

$$r_i = (r_{oi} - 30) \text{ мм для БДКГ-11М,}$$

где r_{oi} - расстояние, мм, соответствующее мощности дозы $\dot{H}_i^*(10)$ в i -й контрольной точке по данным свидетельства о поверке дозиметрической установки.

Расстояние r_i , мм, для i -й контрольной точки БДКГ-04 определяют от центра источника ^{137}Cs до кольцевой риски на корпусе БД;

г) переводят спектрометр в режим «Дозиметрия» выбором «Меню→Режим→Дозиметрия»;



Таблица 7.8

Номер контрольной точки, i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$, мкЗв/ч	Измерение спектрометром с БДКГ-11М мощности дозы гамма-излучения в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
		число измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0.07	3	10	±20
2	0.70	3	5	
3	7,00	3	5	
4	70,00	3	3	
5	130.00	3	3	

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

Таблица 7.9

Номер контрольной точки, i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$	Измерение спектрометром с БДКГ-04 мощности дозы гамма-излучения в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
		число измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,07 мкЗв/ч	3	10	±20
2	0.7 мкЗв/ч	3	5	
3	7,0 мкЗв/ч	3	3	
4	70,0 мкЗв/ч	3	2	
5	0,7 мЗв/ч	3	2	
6	7,0 мЗв/ч	3	2	
7	70.0 мЗв/ч	3	2	
8	0,7 Зв/ч	3	2	
9	7,0 Зв/ч	3	2	

Примечание - В контрольных точках 4-9 значением фона можно пренебречь.

д) проводят измерение мощности дозы фона в i -й контрольной точке со статистической погрешностью, индицируемой на экране ПК, не более 5 % согласно разделу 2 [5];

е) переводят спектрометр согласно разделу 2 [5] в режим автоматического вычитания мощности дозы фона, подвергают БД воздействию излучения с заданной мощностью дозы $\dot{H}_{oi}^*(10)$ и измеряют мощность дозы $\dot{H}_i^*(10)$ в i -й контрольной точке. Определяют среднее значение $\bar{H}_i^*(10)$ и принимают его за результат измерения мощности дозы в i -й контрольной точке. Число измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны быть согласно таблицам 7.8, 7.9;

ж) определяют в i -й контрольной точке значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения Δ , %, с вероятностью 0,95 по формуле (5).

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности ±20 %.



7.3.2.9 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с устройством детектирования, встроенным в БОИ (УД БОИ), проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения в соответствии с 7.3.1.9 (а-д).

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\pm 20\%$.

7.3.2.10 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с БДПА-01 проводят с использованием эталонных источников альфа-излучения ^{239}Pu типов 4П9, 5П9 или 6П9 в соответствии с 7.3.1.10 (а-ж).

Результаты поверки считают положительными, если во всех контрольных точках значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-излучения не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\pm 20\%$.

7.3.2.11 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока бета-излучения спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с БДПБ-01 проводят с использованием эталонных источников бета-излучения $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ типов 4С0, 5С0 или 6С0 в соответствии с 7.3.1.11 (а-ж).

Результаты поверки считают положительными, если во всех контрольных точках значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении плотности потока бета-излучения не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\pm 20\%$.

7.3.2.12 Определение скорости счёта импульсов фоновое нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05 проводят в следующей последовательности:

- а) включают спектрометр в соответствии с разделом 2 [4];
- б) переводят спектрометр в режим «Дозиметрия» выбором команды «Меню→Режим→Дозиметрия», при этом на экране ПК начнет отображаться регистрируемая скорость счёта импульсов;
- в) измеряют скорость счёта импульсов фоновое излучения (уровень собственного фона) спектрометра N_0 в течение не менее 30 мин.

Результаты поверки считают положительными, если измеренные значения скорости счёта импульсов фоновое нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05 находятся в пределах от 0,05 до 0,25 с^{-1} .

7.3.2.13 Определение чувствительности спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05 к нейтронному излучению плутоний-бериллиевый источник проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.2.12 (а-в);
- б) устанавливают на расстоянии $(95,5 \pm 0,5)$ см от боковой поверхности БДКН-05 плутоний-бериллиевый источник, обеспечивающий плотность потока нейтронного излучения на расстоянии 1 м в диапазоне от 2,5 до 500 нейтр./ $(\text{с}\cdot\text{см}^2)$, при этом центральная ось пучка излучения должна проходить через метку на боковой поверхности БДКН-05 и перпендикулярно этой боковой поверхности;



в) начинают новое измерение скорости счета выбором команды «Меню→Дозиметрия→Сброс усреднения (нейтроны)» и измеряют скорость счета N от плутоний-бериллиевого источника до достижения статистической погрешности не более 2 %;

г) определяют чувствительность S_0 спектрометра (имп·см²/нейтр.) по формуле

$$S_0 = \frac{N - N_0}{\varphi(r_0)} \cdot b(r_0) \cdot K, \quad (14)$$

где $\varphi(r_0)$ – плотность потока нейтронного излучения плутоний-бериллиевого источника на расстоянии $r_0 = 1$ м на дату измерения по данным свидетельства о поверке источника, нейтр./с·см²;

N_0 – скорость счёта фоновых импульсов, измеренная в соответствии с 7.3.2.13 (б, в) при отсутствии нейтронного источника на установке, 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

$$b(r_0) = \frac{N - N_C}{N - N_0}, \quad (15)$$

где N – скорость счета от нейтронного источника, измеренная согласно 7.3.2.13 (б, в), с⁻¹;

N_0 – скорость счёта фоновых импульсов, с⁻¹;

N_C – скорость счёта от нейтронного источника, измеренная согласно 7.3.2.13 (б, в) с установленным между источником и блоком детектирования теньвым конусом, с⁻¹;

2) для установок типа УКПН (КИС-НРД-МБм) коэффициент $b(r_0)$ определяется согласно методике, приведенной в [7].

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

$$b(r_0) \cdot K = \frac{S_0 \cdot \varphi(r_0)}{N - N_0}, \quad (16)$$

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 фоновых импульсов, с⁻¹.



Полученное значение произведения $b(r_0) \cdot K$ используют при последующих поверках блока детектирования БДКН-05 на данной установке УКПН.

Результаты поверки считают положительными, если значения чувствительности спектрометра к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника для спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05 составляет $(8,6 \pm 1,7)$ имп·см²/нейтр..

7.3.3 Определение метрологических характеристик спектрометров с датой выпуска начиная с 01.12.2018

7.3.3.1 Определение основной относительной погрешности характеристики преобразования и диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения спектрометров МКС-АТ6101С и МКС-АТ6101СМ проводят в следующей последовательности:

- а) включают спектрометр и проводят стабилизацию в соответствии с разделом 2 [4];
- б) переводят спектрометр в спектрометрический режим выбором команды «Меню→Режим→Спектрометрия»;
- в) устанавливают поочередно эталонные источники гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидами, указанными в таблице 7.10, перед торцевой поверхностью БДКГ-11М, напротив метки центра детектора (перед боковой поверхностью БДКГ-19М, напротив метки центра детектора);

Таблица 7.10

Номер источника, i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Радионуклид	¹³⁷ Cs	²⁴¹ Am	⁵⁷ Co	¹³⁹ Ce	¹¹³ Sn	⁵⁴ Mn	²² Na	⁸⁸ Y	²²⁸ Th
Энергия излучения E_{0i} , кэВ	32; 662	59,5	122	166	392	835	1275	1836	2614

- г) инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 0 с;
- д) оценивают скорость счета импульсов по спектру от источника по показаниям, индицируемым на экране ПК. Она должна находиться в пределах от 250 до 10000 с⁻¹;
- е) если это требование не выполняется, то изменяют расстояние между источником и БДКГ-11М (БДКГ-19М) и повторяют операции в соответствии с 7.3.3.1 (в-д);
- ж) измеряют спектр от источника до достижения значения интегрального числа импульсов ППП не менее 10⁴. Интегральное число импульсов в ППП определяется согласно разделу 3 [4];
- и) определяют положение максимума ППП n_i и значение энергии гамма-излучения E_i (кэВ) согласно разделу 2 [5];
- к) определяют основную относительную погрешность характеристики преобразования ПХП спектрометра в процентах по формуле (1), при этом $E_{\max} = 3000$ кэВ.

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

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



7.3.3.2 Определение относительного энергетического разрешения спектрометров МКС-АТ6101С и МКС-АТ6101СМ проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.3.1 (а, б);
- б) размещают и фиксируют вплотную к торцевой поверхности корпуса БДКГ-11М и к боковой поверхности корпуса БДКГ-19М эталонный источник гамма-излучения типа ОСГИ-3, при этом активная часть источника должна располагаться напротив метки, обозначающей проекцию центра детектора;
- в) инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 0 с;
- г) 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 загрузка должна быть не более 2000 с^{-1} . Интегральное число импульсов в ППП определяется согласно разделу 3 [4];
- д) определяют значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 2 [5].

Результаты поверки считают положительными, если относительное энергетическое разрешение спектрометров не превышает:

- 8,5 % для МКС-АТ6101С;
- 9,0 % для МКС-АТ6101СМ.

7.3.3.3 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения с энергией гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ проводят в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.3.1 (а, б);
- б) инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 200 с. Измеряют спектр и сохраняют его как фоновый выбором команды «Пуск→Спектрометрия→Сохранить фон»;
- в) переходят в режим вычитания фонового спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Вычитать фон»;
- г) выполняют операции согласно 7.3.3.2 (б);
- д) инициируют процесс нового набора спектра выбором команды «Меню→Спектрометрия→Начать набор», задают время набора спектра 200 с и измеряют спектр от источника гамма-излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидом ^{137}Cs с автоматическим вычитанием фонового спектра;
- е) определяют положение максимума ППП n , значение энергии гамма-излучения E , кэВ, и значение относительного энергетического разрешения R , %, согласно разделу 2 [5], при этом для более детального анализа формы ППП устанавливают маркер примерно в центр ППП и используют элементы управления спектром для масштабирования спектра;
- ж) определяют левую E_L , кэВ, и правую E_n , кэВ, границы ППП по формулам (2) и (3), где E и R – энергия ППП и относительное энергетическое разрешение, соответственно, определенные согласно 7.3.3.2;
- и) устанавливают подвижные маркеры в позиции, примерно соответствующие значениям энергий E_L и E_n согласно разделу 2 [5];
- к) считывают с экрана ПК измеренную скорость счета импульсов N в ППП в выделенном энергетическом окне;



д) определяют эффективность регистрации в ППП ε , %, по формуле (4).

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

- не менее 5,6 % для МКС-АТ6101С;
- не менее 8,8 % для МКС-АТ6101СМ.

7.3.3.4 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения спектрометров МКС-АТ6101С и МКС-АТ6101СМ проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения с набором источников ^{137}Cs в контрольных точках $\dot{H}_{0i}^*(10)$ согласно таблице 7.11 для спектрометра МКС-АТ6101С с БДКГ-11М, таблице 7.12 – для спектрометра МКС-АТ6101СМ с БДКГ-19М, таблице 7.13 – для спектрометров МКС-АТ6101С и МКС-АТ6101СМ с БДКГ-04 в следующей последовательности:

- а) выполняют операции согласно 7.3.3.1 (а);
- б) устанавливают БДКГ-11М (БДКГ-19М, БДКГ-04) на эталонную дозиметрическую установку. Для БДКГ-11М центральная ось пучка излучения должна проходить через центр и перпендикулярно торцевой поверхности корпуса, ориентированной в сторону источника излучения. Для БДКГ-19М центральная ось пучка излучения должна проходить через метку на боковой поверхности корпуса и перпендикулярно ей. Для БДКГ-04 центральная ось пучка излучения должна проходить через метку на торцевой поверхности корпуса (на защитном колпачке), при этом необходимо, чтобы к адаптеру ВТ-DU3 был подключен спектрометрический блок детектирования (БДКГ-11М или БДКГ-19М).

Примечание - Чтобы избежать выхода из строя и временную потерю работоспособности спектрометрического блока детектирования при проверке БДКГ-04 в контрольных точках 5–9 таблицы 7.13, его необходимо экранировать свинцовыми пластинами толщиной не менее 5 см;

- в) устанавливают БД в i -ю контрольную точку на расстоянии r_i , мм, от центра источника ^{137}Cs до поверхности БД, при этом:

$$r_i = r_{0i} - 30, \text{ мм} \quad \text{для блока детектирования БДКГ-11М;}$$

$$r_i = r_{0i} - 27, \text{ мм} \quad \text{для блока детектирования БДКГ-19М,}$$

где r_{0i} – расстояние, мм, соответствующее мощности дозы гамма-излучения $\dot{H}_{0i}^*(10)$ в i -й контрольной точке по данным свидетельства о поверке дозиметрической установки.

Расстояние r_i , мм, для i -й контрольной точки для блока детектирования БДКГ-04 определяют от центра источника ^{137}Cs до кольцевой риски на корпусе блока детектирования;

- г) переводят спектрометр в режим «Дозиметрия» в соответствии с разделом 2 [5];
- д) проводят измерение мощности дозы фона в i -й контрольной точке со статистической погрешностью, индицируемой на экране ПК, не более 5 % согласно разделу 2 [5];



Таблица 7.11

Номер контрольной точки, i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$, мкЗв/ч	Измерение спектрометром МКС-АТ6101С с БДКГ-11М мощности дозы гамма-излучения в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
		число измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,07	3	10	±20
2	0,70	3	5	
3	7,00	3	5	
4	70,00	3	3	
5	130,00	3	3	

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

Таблица 7.12

Номер контрольной точки, i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$, мкЗв/ч	Измерение спектрометром МКС-АТ6101СМ с БДКГ-19М мощности дозы гамма-излучения в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
		число измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,07	3	10	±20
2	0,70	3	5	
3	7,00	3	5	
4	40,00	3	3	

Примечание – В контрольной точке 4 значением фона можно пренебречь.

Таблица 7.13

Номер контрольной точки, i	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$	Измерение спектрометрами МКС-АТ6101С и МКС-АТ6101СМ с БДКГ-04 мощности дозы гамма-излучения в контрольной точке		Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
		число измерений	статистическая погрешность, %, не более	
1	0,07 мкЗв/ч	3	10	±20
2	0,7 мкЗв/ч	3	5	
3	7,0 мкЗв/ч	3	3	
4	70,0 мкЗв/ч	3	2	
5	0,7 мЗв/ч	3	2	
6	7,0 мЗв/ч	3	2	
7	70,0 мЗв/ч	3	2	
8	0,7 Зв/ч	3	2	
9	7,0 Зв/ч	3	2	

Примечание - В контрольных точках 4-9 значением фона можно пренебречь.

е) переводят спектрометр согласно разделу 2 [5] в режим автоматического вычитания мощности дозы фона, подвергают БД воздействию излучения с заданной мощностью дозы $\dot{H}_{oi}^*(10)$ и измеряют мощность дозы $\dot{H}_i^*(10)$ в i -й контрольной точке. Число измерений и статистическая погрешность каждого измерения должны быть согласно таблицам 7.11, 7.12 и 7.13.



ж) определяют среднее значение \overline{H}_i^* (10) и принимают его за результат измерения мощности дозы в i -й контрольной точке;

и) определяют в i -й контрольной точке значения доверительных границ основной относительной погрешности Δ_i , %, с вероятностью 0,95 по формуле (5).

Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения для всех контрольных точек не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %.

7.3.3.5 Определение скорости счёта импульсов фонового нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ с БДКН-05 проводят в следующей последовательности:

а) включают спектрометр в соответствии с разделом 2 [4];

б) переводят спектрометр в режим «Дозиметрия» выбором команды «Меню→Режим→Дозиметрия», при этом на экране ПК начнет отображаться регистрируемая скорость счёта импульсов;

в) измеряют скорость счёта импульсов фонового излучения (уровень собственного фона) спектрометра N_0 в течение не менее 30 мин.

Результаты поверки считают положительными, если измеренные значения скорости счёта импульсов фонового нейтронного излучения находятся в пределах от 0,05 до 0,25 с⁻¹ для МКС-АТ6101С и МКС-АТ6101СМ с БДКН-05.

7.3.3.6 Определение чувствительности спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника проводят в следующей последовательности:

а) выполняют операции согласно 7.3.3.5 (а, б);

б) устанавливают на расстоянии $(95,5 \pm 0,5)$ см от боковой поверхности БДКН-05 плутоний-бериллиевый источник, обеспечивающий плотность потока нейтронного излучения на расстоянии 1 м в диапазоне от 2,5 до 500 нейтр./(с·см²), при этом центральная ось пучка излучения должна проходить через метку на боковой поверхности БДКН-05 и перпендикулярно этой боковой поверхности;

в) начинают новое измерение скорости счёта выбором команды «Меню→Дозиметрия→Сброс усреднения (нейтроны)» и измеряют скорость счёта N от плутоний-бериллиевого источника до достижения статистической погрешности не более 2 %;

г) определяют чувствительность S_0 спектрометра (имп·см²/нейтр.) по формуле (14).

Результаты поверки считают положительными, если значения чувствительности спектрометра к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника составляет не менее 7,5 имп·см²/нейтр. для спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ с БДКН-05.



8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении А для спектрометров с датой выпуска до 30.11.2018 или в приложении Б для спектрометров с датой выпуска начиная с 01.12.2018.

8.2 Положительные результаты поверки оформляют:

а) при выпуске спектрометра из производства:

– записью о поверке в разделе «Свидетельство о приемке» [4], заверенной подписью и оттиском поверительного клейма;

– нанесением клейма-наклейки на заднюю поверхность корпуса БОИ для спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д, на торцевую поверхность БДКГ-11М для спектрометра МКС-АТ6101С, на торцевую поверхность БДКГ-19М для спектрометра МКС-АТ6101СМ;

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 гашению и свидетельство о поверке аннулируется.



Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки спектрометров с датой выпуска до 30.11.2018

Наименование организации, проводящей поверку

Протокол № _____

поверки Спектрометра МКС-АТ6101 зав.№ _____
наименование средства измерений

принадлежащего _____
наименование организации

Изготовитель УП «АТОМТЕХ»

Дата проведения поверки _____
год, месяц, число

Поверка проводилась по _____
документ, по которому проводилась поверка

Условия поверки:

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

Средства поверки

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр

- документация _____
- комплектность _____
- отсутствие механических повреждений _____

2 Опробование:

- самоконтроль _____
- соответствие ПО _____



Таблица А.1

Название ПО	Наименование метрологически-значимого исполняемого файла	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Метод расчёта контрольной суммы
«АТАSScanner Mobile»	«АТАSScanner mobile.exe»			MD5
БОИ МКС-АТ6101	__АТ6101_ED2.hex		Не определен	
БОИ МКС-АТ6101А	__АТ6101А_ED2_NE WACT.hex		Не определен	
БОИ МКС-АТ6101В	__АТ6101В_ED2.hex		Не определен	
БОИ МКС-АТ6101Д	__АТ6101Д_ED2_NE WACT.hex		Не определен	

Примечание – Проверка соответствия ПО проводится для спектрометров с датой выпуска начиная с 01.01.2014

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 20-1500 кэВ для спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101С ¹⁾								
Радионуклид	¹³⁷ Cs	²⁴¹ Am	⁵⁷ Co	¹³⁹ Ce	¹¹³ Sn	⁵⁴ Mn	²² Na	
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 ≤ 1 %	

¹⁾ Для спектрометра МКС-АТ6101С с датой выпуска до 31.12.2013

Таблица А.3

Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения 40-3000 кэВ для спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101Д, МКС-АТ6101С ¹⁾									
Радионуклид	¹³⁷ Cs	²⁴¹ Am	⁵⁷ Co	¹³⁹ Ce	¹¹³ Sn	⁵⁴ Mn	²² Na	⁸⁸ Y	²²⁸ Th
Энергия излучения E_{oi} , кэВ	662	59,5	122	166	392	835	1275	1836	2614
Измеренное значение энергии E_i , кэВ									
$\Delta E_i = E_{oi} - E_i $, кэВ									
$\Delta E_{max} =$ кэВ			ПХП (при поверке) =		%		ПХП ≤ 1 %		

¹⁾ для спектрометра МКС-АТ6101С с датой выпуска до 31.12.2013



Таблица А.4

Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения 20-3000 кэВ для спектрометра МКС-АТ6101С ¹⁾										
Радионуклид	¹³⁷ Cs		²⁴¹ Am	⁵⁷ Co	¹³⁹ Ce	¹¹³ Sn	⁵⁴ Mn	²² Na	⁸⁸ Y	²²⁸ Th
Энергия излучения E_{oi} , кэВ	32	662	59,5	122	166	392	835	1275	1836	2614
Измеренное значение энергии E_i , кэВ										
$\Delta E_i = E_{oi} - E_i $, кэВ										
$\Delta E_{\max} =$	кэВ			ПХП (при поверке) =			%		ПХП ≤ 1 %	
¹⁾ Для спектрометра МКС-АТ6101С с датой выпуска от 01.01.2014 до 30.11.2018.										

3.2 Определение относительного энергетического разрешения

Таблица А.5

Тип источника гамма-излучения	Измеренное значение относительного энергетического разрешения R , %	Значение относительного энергетического разрешения R , %
ОСГИ-3, ¹³⁷ Cs, активность от 8 до 24 кБк		$R \leq 9,5$ ¹⁾
		$R \leq 9,0$ ²⁾
		$R \leq 9,0$ ³⁾
		$R \leq 8,5$ ⁴⁾
¹⁾ Для спектрометров МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д, МКС-АТ6101С с датой выпуска до 31.12.2013.		
²⁾ Для спектрометра МКС-АТ6101 с датой выпуска до 31.12.2013.		
³⁾ Для спектрометров МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д с датой выпуска от 01.01.2014 до 30.11.2018.		
⁴⁾ Для спектрометра МКС-АТ6101С с датой выпуска от 01.01.2014 до 30.11.2018.		



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

Таблица А.6

Тип источника гамма-излучения	Положение центра ППП n , канал	Измеренное значение энергии E , кэВ	Границы ППП E_d , E_n , кэВ	Скорость счета импульсов фона N_f , с ⁻¹	Скорость счета импульсов в ППП N , с ⁻¹	Рассчитанное значение эффективности регистрации в ППП ϵ , %	Эффективность регистрации в ППП ϵ , %
ОСГИ-3			$E_d =$ $E_n =$				$(7,32 \pm 1,46)^{1)}$ $(3,29 \pm 0,65)^{2)}$ $(5,34 \pm 1,06)^{3)}$ $(5,0 \pm 1,0)^{4)}$
¹⁾ Для спектрометров МКС-6101А, МКС-6101В, МКС-АТ6101С с датой выпуска до 30.11.2018. ²⁾ Для спектрометров МКС-АТ6101. ³⁾ Для спектрометров МКС-АТ6101Д с датой выпуска до 31.12.2013. ⁴⁾ Для спектрометров МКС-АТ6101Д от 01.01.2014 до 30.11.2018.							

3.4 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения для спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д, МКС-АТ6101С

Таблица А.7

Номер контрольной точки	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$	Измеренные значения мощности дозы $\dot{H}_i^*(10)$	Среднее значение $\bar{\dot{H}}_i^*(10)$, мкЗв/ч	Относительная погрешность $\theta_{прі}$, %	Доверительные границы основной относительной погрешности, Δ_i , %, при поверке	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
с блоками детектирования БДКГ-05, БДКГ-11						
1	0,07 мкЗв/ч					±20
2	0,7 мкЗв/ч					
3	7,0 мкЗв/ч					
4	70,0 мкЗв/ч					
5	240 мкЗв/ч					
Примечания						
1 Измерения в контрольной точке 5 проводят только для спектрометра МКС-АТ6101.						
2 В контрольных точках 4, 5 значением фона можно пренебречь.						
с УД БОИ						
1	7,0 мкЗв/ч					±20
2	70,0 мкЗв/ч					
3	0,7 мЗв/ч					
4	7,0 мЗв/ч					
Примечание – В контрольных точках 2 - 4 значением фона можно пренебречь.						



Таблица А.8

Номер контрольной точки	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$, мкЗв/ч	Измеренные значения мощности дозы $\dot{H}_i^*(10)$, мкЗв/ч, с БДКГ-11М	Относительная погрешность $\theta_{пр}$, %	Доверительные границы основной относительной погрешности, Δ_i , %, при поверке	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
1	0,07				±20
2	0,7				
3	7,0				
4	70,0				
5	130,0				

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

Таблица А.9

Номер контрольной точки	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$	Измеренные значения мощности дозы $\dot{H}_i^*(10)$, с БДКГ-04	Относительная погрешность $\theta_{пр}$, %	Доверительные границы основной относительной погрешности, Δ_i , %, при поверке	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
1	0,07 мкЗв/ч				±20
2	0,7 мкЗв/ч				
3	7,0 мкЗв/ч				
4	70,0 мкЗв/ч				
5	0,7 мЗв/ч				
6	7,0 мЗв/ч				
7	70,0 мЗв/ч				
8	0,7 Зв/ч				
9	7,0 Зв/ч				

Примечание – В контрольных точках 4-9 значением фона можно пренебречь.



3.5 Определение основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-излучения для спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В

Таблица А.10

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 $\theta_{пр}$, %	Доверительные границы основной относительной погрешности, Δ_i , %, при поверке	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
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 при измерении плотности потока бета-излучения для спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В

Таблица А.11

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 $\theta_{пр}$, %	Доверительные границы основной относительной погрешности, Δ_i , %, при поверке	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
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 скорости счёта импульсов фонового нейтронного излучения (уровня собственного фона) спектрометров МКС-АТ6101С

Таблица А.12

Тип блока детектирования	Измеренное значение скорости счёта, N_0 , с ⁻¹	Значение уровня собственного фона, с ⁻¹
БДКН-01		от 0,002 до 0,55
БДКН-05		от 0,010 до 0,350 ¹⁾
		от 0,05 до 0,25 ²⁾

¹⁾ Для спектрометров с датой выпуска до 31.12.2013.
²⁾ Для спектрометров с датой выпуска начиная с 01.01.2014.



Приложение Б

(рекомендуемое)

Форма протокола поверки спектрометров с датой выпуска начиная с 01.12.20018.

Наименование организации, проводящей поверку

Протокол № _____

поверки Спектрометра МКС-АТ6101 зав.№ _____
наименование средства измеренийпринадлежащего _____
наименование организацииИзготовитель УП «АТОМТЕХ»Дата проведения поверки _____
год, месяц, числоПоверка проводилась по _____
документ, по которому проводилась поверка

Условия поверки:

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

Средства поверки

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр

- документация _____
- комплектность _____
- отсутствие механических повреждений _____

2 Опробование:

- самоконтроль _____
- соответствие ПО _____

Таблица Б.1

Название ПО	Наименование метрологически-значимого исполняемого файла	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Метод расчёта контрольной суммы
«ATASScanner Mobile»	«ATASScanner mobile.exe»			MD5



3 Метрологические характеристики

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

Таблица Б.2

Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения 20-3000 кэВ для спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ									
Радионуклид	¹³⁷ Cs	²⁴¹ Am	⁵⁷ Co	¹³⁹ Ce	¹¹³ Sn	⁵⁴ Mn	²² Na	⁸⁸ Y	²²⁸ Th
Энергия излучения E_{oi} , кэВ	662	59,5	122	166	392	835	1275	1836	2614
Измеренное значение энергии E_i , кэВ									
$\Delta E_i = E_{oi} - E_i $, кэВ									
$\Delta E_{max} =$ кэВ			ПХП (при поверке) = %				ПХП ≤ 1 %		

3.2 Определение относительного энергетического разрешения

Таблица Б.3

Тип источника гамма-излучения	Измеренное значение относительного энергетического разрешения R , %	Значение относительного энергетического разрешения R , %
ОСГИ-3, ¹³⁷ Cs, активность от 8 до 24 кБк		$R \leq 8,5$ (МКС-АТ6101С)
		$R \leq 9,0$ (МКС-АТ6101СМ)

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

Таблица Б.4

Тип источника гамма-излучения	Положение центра ППП n , канал	Измеренное значение энергии E , кэВ	Границы ППП E_a , E_n , кэВ	Скорость счета импульсов фона N_f , с ⁻¹	Скорость счета импульсов в ППП N , с ⁻¹	Рассчитанное значение эффективности регистрации в ППП ε , %	Эффективность регистрации в ППП ε , %
ОСГИ-3 $A_0 =$ Бк			$E_a =$ $E_n =$				не менее 5,6 ¹⁾ не менее 8,8 ²⁾

¹⁾ Для спектрометров МКС-АТ6101С.

²⁾ Для спектрометров МКС-АТ6101СМ.



3.4 Определение основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения

Таблица Б.5

Номер контрольной точки	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$, мкЗв/ч	Мощность дозы фона $\dot{H}_{fi}^*(10)$, мкЗв/ч	Измеренные значения мощности дозы $\dot{H}_i^*(10)$, мкЗв/ч, с БДКГ-11М	Относительная погрешность $\theta_{при}$, %	Доверительные границы основной относительной погрешности, Δ_i , %, при поверке	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
1	0,07					±20
2	0,7					
3	7,0					
4	70,0					
5	130,0					

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

Таблица Б.6

Номер контрольной точки	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$, мкЗв/ч	Мощность дозы фона $\dot{H}_{fi}^*(10)$, мкЗв/ч	Измеренные значения мощности дозы $\dot{H}_i^*(10)$, мкЗв/ч, с БДКГ-19М	Относительная погрешность $\theta_{при}$, %	Доверительные границы основной относительной погрешности, Δ_i , %, при поверке	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
1	0,07					±20
2	0,7					
3	7,0					
4	40,0					

Примечание – В контрольной точке 4 значением фона можно пренебречь.

Таблица Б.7

Номер контрольной точки	Мощность дозы в контрольной точке $\dot{H}_{oi}^*(10)$	Мощность дозы фона $\dot{H}_{fi}^*(10)$	Измеренные значения мощности дозы $\dot{H}_i^*(10)$, с БДКГ-04	Относительная погрешность $\theta_{при}$, %	Доверительные границы основной относительной погрешности, Δ_i , %, при поверке	Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %
1	0,07 мкЗв/ч					±20
2	0,7 мкЗв/ч					
3	7,0 мкЗв/ч					
4	70,0 мкЗв/ч					
5	0,7 мЗв/ч					
6	7,0 мЗв/ч					
7	70,0 мЗв/ч					
8	0,7 Зв/ч					
9	7,0 Зв/ч					

Примечание – В контрольных точках 4-9 значением фона можно пренебречь.



3.5 Определение скорости счёта импульсов фонового нейтронного излучения спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ

Таблица Б.8

Тип блока детектирования	Измеренное значение скорости счёта, N_0, c^{-1}	Скорость счёта импульсов фонового нейтронного излучения, c^{-1}
БДКН-05		от 0,05 до 0,25

3.6 Определение чувствительности спектрометров МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101СМ к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника

Таблица Б.9

Тип блока детектирования	Плотность потока в контрольной точке $\varphi(r_0), c^{-1} \cdot см^{-2}$	Тип и № источника	Измеренное значение скорости счёта импульсов N, c^{-1}	Значение произведения $b(r_0) \cdot K$	Рассчитанное значение чувствительности спектрометра $S_0, имп \cdot см^2 / нейтр.$	Значение чувствительности спектрометра, $имп \cdot см^2 / нейтр.$
БДКН-05						не менее 7,5

Заключение _____

Свидетельство № _____ от _____
 (заключение о непригодности)

Поверитель _____
 должность _____ подпись _____ расшифровка подписи _____



Библиография

- [1] Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке
Утвержден приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. №1815
- [2] Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 213
- [3] Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения»
Утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31 декабря 2013 г. № 137
- [4] Руководство по эксплуатации на спектрометр из комплекта поставки
- [5] «АТAS Scanner Mobile». Руководство оператора
- [6] Руководство по эксплуатации на портативный компьютер из комплекта поставки
- [7] МИ 2513-99 ГСОЕИ. Радиометры нейтронов. Методика поверки на установке типа УКПН (КИС-НРД-МБм)



Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

