

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры МКС-АТ6102

Назначение средства измерений

Спектрометры МКС-АТ6102 (далее – спектрометры) предназначены для измерений:

- энергетического распределения гамма-излучения;
- мощности амбиентного эквивалента дозы (далее – мощности дозы) гамма- и нейтронного излучения;
- плотности потока альфа- и бета-частиц с загрязнённых поверхностей,

а также для идентификации гамма-излучающих радионуклидов и поиска источников ионизирующих излучений.

Описание средства измерений

Принцип действия спектрометров основан на использовании высокочувствительных методов спектрометрии, дозиметрии и радиометрии с применением сцинтилляционных детекторов и фотоэлектронных умножителей (далее – ФЭУ), а также газоразрядных счётчиков.

Спектрометры выпускаются в трех модификациях: МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В. Отличие назначений модификаций представлено в таблице 1.

Таблица 1

Модификация	Назначение
МКС-АТ6102	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности дозы гамма-излучения
	Поиск источников гамма-излучения
	Идентификация гамма-излучающих радионуклидов
	Измерение мощности дозы нейтронного излучения
	Поиск источников нейтронного излучения
	Измерение плотности потока альфа-частиц с загрязнённой поверхности
	Измерение плотности потока бета-частиц с загрязнённой поверхности
МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности дозы гамма-излучения
	Поиск источников гамма-излучения
	Измерение мощности дозы нейтронного излучения
	Идентификация гамма-излучающих радионуклидов
	Измерение плотности потока альфа-частиц с загрязнённой поверхности
	Измерение плотности потока бета-частиц с загрязнённой поверхности

Спектрометры относятся к носимым средствам измерений. В состав спектрометров входит комплект блоков детектирования, состоящий из блока детектирования альфа-излучения БДПА-01 (далее – БДПА-01), блока детектирования бета-излучения БДПБ-01 (далее – БДПБ-01), блока детектирования нейтронного излучения БДКН-03 (далее – БДКН-03).

Алгоритм работы спектрометров обеспечивает непрерывность процесса измерений, вычисление средних значений результатов измерений и оперативное представление получаемой информации на экран спектрометра, статистическую обработку результатов измерений и оценку статистических флуктуаций в процессе поступления сигналов от детектора, быструю адаптацию к изменению уровней радиации.

Для обеспечения стабильности измерений в спектрометрах, БДПА-01 и БДПБ-01 применена система светодиодной стабилизации измерительного тракта, которая одновременно обеспечивает проверку работоспособности всего тракта в процессе работы. Кроме того, в блоках детектирования (далее – БД) реализована система автоматической температурной компенсации.

Общий вид спектрометров представлен на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Общий вид спектрометра МКС-АТ6102



Рисунок 2 – Общий вид спектрометров МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В

Пломбирование спектрометров выполнено в виде наклейки из специальной разрушающейся пленки, которая наклеивается под защитной пробкой ножки корпуса.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) спектрометров состоит из встроенного и внешнего (прикладного).

Встроенное ПО состоит из программ «BDPA-01», «BDPB-01», «BDKN-03», которые устанавливаются в БД, и программ, которые устанавливаются в спектрометры на стадии производства. Встроенное ПО защищено от преднамеренных и непреднамеренных изменений путем пломбирования БД и спектрометров. Для проверки соответствия ПО, встроенного в БД, необходимо проверить целостность пломб на входящих в комплект поставки БД. Доступа к цифровому идентификатору ПО нет.

ПО, встроенное в спектрометры, является метрологически значимым. Подтверждение соответствия ПО проводят идентификацией и проверкой отсутствия сообщений тестов самоконтроля об ошибках. Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик. Идентификационные данные метрологически значимого ПО приведены в таблице 2. Для идентификации метрологически значимого ПО необходимо проверить соответствие значений версий и контрольных сумм, рассчитанных по методу CRC32 и указанных в таблице 2, с полученными при проверке. Версия ПО должна быть не ниже, указанной в таблице 2.

Прикладное ПО состоит из программ «SpectEx» и «GARM».

Программа «GARM» не является метрологически значимой и предназначена для пост-анализа полученных спектрометром данных результатов измерения, таких как спектры, мощность дозы гамма-излучения, скорость счёта импульсов гамма-излучения, скорость счёта импульсов нейтронного излучения, результаты идентификации радионуклидного состава, географические координаты.

Программа «SpectEx» не является метрологически значимой и предназначена для связи спектрометров с персональным компьютером (далее – ПК) и передачи данных из спектрометров в ПК по интерфейсу USB и Bluetooth.

Прикладное ПО поставляется на внешнем носителе данных и устанавливается на ПК.

Таблица 2 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Встроенное ПО	
МКС-АТ6102	
Идентификационное наименование ПО	АТ6102ХN, АТ6102ХS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.26ХN, 1.26ХS 1.bXY
Цифровой идентификатор ПО (CRC32)	c567594c, a494e890
МКС-АТ6102А	
Идентификационное наименование ПО	АТ6102АН, АТ6102АС
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.26АН, 1.26АС 1.bAY
Цифровой идентификатор ПО (CRC32)	8efe020e, e52a6e7c
МКС-АТ6102В	
Идентификационное наименование ПО	АТ6102ВN, АТ6102ВS
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.26ВN, 1.26ВS 1.bBY
Цифровой идентификатор ПО (CRC32)	0b930bff, 394db034
Примечания: 1 Значения символов номера версии по порядку: - 1 – номер версии; b – номер подверсии (от 0 до 99); - символы X, A, B - модификация спектрометра; - Y - версия библиотеки радионуклидов (N, S). 2 Цифровой идентификатор приведен только для представленных версий ПО, в зависимости от модификации спектрометра и версии библиотеки. 3 Текущий номер версии и цифровой идентификатор ПО вносят в раздел «Свидетельство о приёмке» РЭ и в протокол поверки.	

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.

В соответствии с Р 50.2.077-2014 уровень защиты встроенного ПО спектрометров от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий».

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, в которых измеряется энергетическое распределение, кэВ	от 20 до 3000		
Число каналов для измерения энергетического распределения гамма-излучения	от 0 до 1023		
Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования при измерении энергетического распределения гамма-излучения, %	±1		
Относительное энергетическое разрешение спектрометров для гамма-излучения радионуклида ¹³⁷ Cs с энергией 662 кэВ, %, не более:	-		
	для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А	8,0	
	для МКС-АТ6102В	8,5	
Эффективность регистрации спектрометров для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ¹³⁷ Cs источника гамма-излучения типа ОСГИ-3, %, не менее:	-		
	для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А	1,68	
	для МКС-АТ6102В	2,16	
Максимальная входная статистическая нагрузка спектрометров при измерении энергетического распределения гамма-излучения, с ⁻¹ , не менее	1,5·10 ⁵		
Диапазон измерений мощности дозы гамма-излучения:	-		
- с детектором NaI(Tl) для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А, мкЗв/ч	от 0,03 до 300		
- с детектором NaI(Tl) для МКС-АТ6102В, мкЗв/ч	от 0,03 до 150		
- со счётчиком Гейгера-Мюллера	от 10 мкЗв/ч до 100 мЗв/ч		
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения, %	±20		
Энергетическая зависимость спектрометров при измерении мощности дозы гамма-излучения, %:	-		
	с детектором NaI(Tl) в диапазоне от 50 до 3000 кэВ	±20	
	со счётчиком Гейгера-Мюллера в диапазоне от 60 до 3000 кэВ	±25	
Чувствительность спектрометров к гамма-излучению, (имп/с)/(мкЗв/ч), не менее, для радионуклида:	МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А	МКС-АТ6102В	
	¹³⁷ Cs	800	1500
	²⁴¹ Am	6000	9500
	⁶⁰ Co	400	800

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение		
Обнаружение источника гамма-излучения с радионуклидом ^{137}Cs спектрометрами в режиме поиска за время не более 2 с:			
– активность источника ^{137}Cs , кБк	80±10		
– расстояние от источника до поверхности блока детектирования, см	30,0±0,5		
Диапазон измерений плотности потока альфа-частиц радионуклида ^{239}Pu спектрометров с БДПА-01, мин ⁻¹ ·см ⁻²	от 0,5 до 1·10 ⁵		
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-частиц, %	±20		
Диапазон измерений плотности потока бета-частиц спектрометров с БДПБ-01, мин ⁻¹ ·см ⁻²	от 3 до 5·10 ⁵		
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении плотности потока бета-частиц	±20 %		
Чувствительность спектрометров с БДПБ-01 к бета-излучению радионуклидов с граничной энергией в диапазоне от 155 до 3540 кэВ по отношению к чувствительности к бета-излучению радионуклида ^{90}Sr + ^{90}Y (относительная чувствительность)	Радионуклид	$E_{\beta\text{max}}$, кэВ	БДПБ-01
	^{14}C	156	0,40 ± 0,20
	^{147}Pm	225	0,65 ± 0,20
	^{60}Co	318	0,90 ± 0,27
	^{204}Tl	763	1,25 ± 0,37
	$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	546 (^{90}Sr) 2274 (^{90}Y)	1,00
	$^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$	39,4 (^{106}Ru) 3540 (^{106}Rh)	1,20 ± 0,36
Диапазон измерений мощности дозы нейтронного излучения спектрометров с БДКН-03	от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч		
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении мощности дозы нейтронного излучения, %	±20		
Диапазон энергий нейтронного излучения, регистрируемого спектрометрами с БДКН-03	от 0,025 эВ до 14 МэВ		
Чувствительность спектрометра МКС-АТ6102 к прямому нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника, не менее	0,28 (имп/с) / [нейтр./ (с·см ²)]		
Чувствительность спектрометра МКС-АТ6102 к прямому нейтронному излучению источника ^{252}Cf , не менее	0,5 (имп/с) / [нейтр./ (с·см ²)]		
Скорость счёта импульсов фонового нейтронного излучения спектрометра МКС-АТ6102, с ⁻¹	от 0,010 до 0,050		

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение	
	Источник нейтронов с энергией E_n	Относительный коэффициент чувствительности
Значения относительных коэффициентов чувствительности спектрометров с БДКН-03 для типовых источников нейтронного излучения при измерении мощности дозы	Тепловые, $E_n = 0,025$ эВ	$0,225 \pm 0,045$
	Cf – 252, $E_n = 2,13$ МэВ	$0,810 \pm 0,080$
	Pu – α – Be, $E_n = 4,16$ МэВ	1,0
Обнаружение в режиме поиска плутоний-бериллиевого источника нейтронного излучения спектрометром МКС-АТ6102 за время не более 5 с и вероятностью 0,9 при доверительной вероятности 0,95	Поток нейтронов из источника в телесный угол 4π ср, нейтр.·с ⁻¹	Расстояние от источника до нижней поверхности корпуса спектрометра, см
	$(5,00 \pm 1,25) \cdot 10^4$	$22,0 \pm 0,2$
Обнаружение в режиме поиска нейтронного источника ²⁵² Cf спектрометром МКС-АТ6102 с вероятностью 0,9 при доверительной вероятности 0,95 с выходом нейтронов не более $1,8 \cdot 10^4$ нейтр.·с ⁻¹	Время обнаружения, не более	Расстояние до источника
	5 с	0,2 м
Срабатывание сигнализации при обнаружении источников нейтронного излучения спектрометром МКС-АТ6102 в режиме поиска:		
– скорость счёта фона, с ⁻¹ , не более	0,050	
– частота ложных срабатываний в течение 1 ч работы, не более	1	
Время установления рабочего режима спектрометров, мин, не более	1	
Время непрерывной работы спектрометров при автономном питании от аккумуляторов в нормальных условиях эксплуатации, ч, не менее:		
- для МКС-АТ6102	18	
- для МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В	25	
При работе с БДПА-01, БДПБ-01, БДКН-03:		
- для МКС-АТ6102	15	
- для МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В	17	
Нестабильность характеристики преобразования за время непрерывной работы, %, не более	± 1	
Нестабильность показаний спектрометров за время непрерывной работы при измерении мощности дозы гамма-излучения, плотности потока альфа- и бета-частиц, мощности дозы и скорости счёта импульсов нейтронного излучения, %, не более	5	
Спектрометры устойчивы к воздействию:		
- температуры окружающего воздуха, °С	от -20 до +50	
- атмосферного давления в диапазоне, кПа	от 84 до 106,7	

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
- относительной влажности воздуха при температуре +35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более	95
- синусоидальных вибраций с параметрами:	
- диапазон частот, Гц	от 10 до 35
- смещение для частоты перехода, мм	0,35
- одиночных механических ударов с параметрами:	
- длительность действия ударного импульса, мс	16
- пиковое ускорение, м/с ²	50
- постоянного магнитного поля и переменного магнитного поля сетевой частоты напряжённостью А/м, не более	400
Нормальные условия измерений:	
- температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 86 до 106,7

Таблица 4 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры, мм, не более:	
- спектрометр МКС-АТ6102 (длина ´ ширина ´ высота)	230 ´ 115 ´ 212
- спектрометр МКС-АТ6102А (длина ´ ширина ´ высота)	230 ´ 115 ´ 177
- спектрометр МКС-АТ6102В (длина ´ ширина ´ высота)	230 ´ 115 ´ 177
- БДПА-01 (диаметр ´ высота)	Æ87 ´ 205
- БДПБ-01 (диаметр ´ высота)	Æ87 ´ 205
- БДКН-03 (длина ´ ширина ´ высота)	314 ´ 220 ´ 263
Масса, кг, не более:	
- спектрометр МКС-АТ6102	2,5
- спектрометр МКС-АТ6102А	1,9
- спектрометр МКС-АТ6102В	2,15
- БДПА-01	0,55
- БДПБ-01	0,65
- БДКН-03	8,0
Условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	от -20 до +50
- относительная влажность воздуха при температуре +35 °С и более низких температурах без конденсации влаги, %, не более	95
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7

Знак утверждения типа

наносится на этикетки, расположенные на нижней поверхности спектрометров автоматизированным методом с использованием программных средств, и на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность спектрометров

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
Спектрометр МКС-АТ6102_	-	1	Модификация уточняется при заказе
Комплект блоков детектирования АТ6102	-	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части. Содержит блоки детектирования БДПА-01, БДПБ-01 и БДКН-03
Комплект программного обеспечения АТ6102	-	1	Содержит программное обеспечение «SpectEx» и программное обеспечение «GARM»
Комплект принадлежностей	-	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Методика поверки	МРБ МП.1892-2019 (с извещением ТИАЯ.40-2020 об изменении №1)	1	Поставляется в одном экземпляре при отгрузке нескольких приборов одному потребителю
Руководство по эксплуатации	-	1	-

Поверка

осуществляется по документу МРБ МП.1892-2019 «Спектрометры МКС-АТ6102. Методика поверки», утверждённому БелГИМ 23 ноября 2019 г (с извещением ТИАЯ.40-2020 об изменении №1 от 20.04.2020 г.).

Основные средства поверки:

- рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ Р 8.804-2012 - установка поверочная дозиметрическая гамма-излучения с набором источников гамма-излучения из радионуклида ^{137}Cs , диапазон измерений мощности кермы в воздухе от 0,025 мкГр/ч до 8,33 мГр/ч, погрешность установки не более $\pm 5\%$;

- рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.031-82 - поверочные установки типа УКПН с комплектом плутоний-бериллиевых источников быстрых нейтронов типа ИБН. Плотность потока быстрых нейтронов от $3 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, погрешность установки не более $\pm 8\%$;

- рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 - источники фотонного излучения спектрометрические типа ОСГИ-3, активностью от 3 до 180 кБк, погрешность аттестации по активности не более $\pm 6\%$;

- рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 - источники альфа-излучения эталонные с радионуклидом ^{239}Pu одного из типов 4П9, 5П9 с площадью рабочей поверхности 40, 100 см^2 соответственно, плотность потока от 0,5 до $10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, погрешность источников не более $\pm 6\%$;

- рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 - источники бета-излучения эталонные с радионуклидом $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ одного из типов 4С0 и 5С0 с площадью рабочей поверхности 40 и 100 см^2 соответственно, плотность потока от 3 до $5 \cdot 10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, погрешность источников не более $\pm 7\%$.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам МКС-АТ6102

Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 1034н от 09 сентября 2011 г. «Об утверждении Перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и производимых при выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда, в том числе на опасных производственных объектах, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности»

ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия

ГОСТ 26874-86 Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров

ГОСТ Р 8.804-2012 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений

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

ТУ ВУ 100865348.019-2009 Спектрометры МКС-АТ6102. Технические условия

Изготовитель

Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ» открытого акционерного общества «МНИПИ» (УП «АТОМТЕХ»), Республика Беларусь

Адрес: 220005, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Гикало, д. 5

Телефон/факс: (+375 17) 2928142, (+375 17) 2882988

Web-сайт: www.atomtex.com

E-mail: info@atomtex.com

Испытательный центр

Экспертиза проведена Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

Телефон: +7 (812) 251-76-01; факс: +7 (812) 713-01-14

Web-сайт: <http://www.vniim.ru>

E-mail: info@vniim.ru

Регистрационный номер RA.RU.311541 в Реестре аккредитованных лиц в области обеспечения единства измерений Росаккредитации.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2020 г.