

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**



УТВЕРЖДАЮ

Директор Республиканского унитарного предприятия «Белорусский государственный институт метрологии»

В.Л. Гуревич

" 09 " 2019

СПЕКТРОМЕТРЫ МКС-АТ6102	Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № РБ 03 17 3984 19
--------------------------------	--

Выпускают по ТУ РБ 100865348.019-2009.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Спектрометры МКС-АТ6102 (далее – спектрометры) предназначены для измерения энергетического распределения гамма-излучения, мощности амбиентного эквивалента дозы (далее – мощности дозы) гамма-излучения и нейтронного излучения, плотности потока альфа- и бета-частиц с загрязненных поверхностей, идентификации гамма-излучающих радионуклидов и поиска источников ионизирующих излучений.

Спектрометры применяются для решения различных задач радиационного контроля на предприятиях и в организациях различных министерств и ведомств с целью проведения радиационного мониторинга окружающей среды, территорий и объектов, контроля при сборе, утилизации и перемещении радиоактивных отходов, при таможенном и пограничном контроле для предотвращения несанкционированного перемещения радиоактивных источников и веществ.

Спектрометры выпускаются в модификациях, представленных 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 загрязненной 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 загрязненной поверхности
	Измерение плотности потока бета-частиц с загрязненной поверхности



ОПИСАНИЕ

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).

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.

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 и МКС-АТ6102В

Схема с указанием мест нанесения знака поверки (клейма-наклейки) приведена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Схема с указанием места нанесения знака поверки (клейма-наклейки)

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.

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 счета импульсов гамма-излучения, скорость счета 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.

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.

Таблица 2

Модификация спектрометра	Наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
МКС-АТ6102	АТ6102ХN АТ6102ХS	1.26ХN 1.26ХS 1.bXY	c567594c a494e890	CRC32
МКС-АТ6102А	АТ6102АН АТ6102АС	1.26АН 1.26АС 1.bAY	8efe020e e52a6e7c	CRC32
МКС-АТ6102В	АТ6102ВN АТ6102ВS	1.26ВN 1.26ВS 1.bBY	0b930bff 394db034	CRC32

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.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные технические и метрологические характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика	Значение	
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, в которых измеряется энергетическое распределение	от 20 до 3000 кэВ	
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	$\pm 1 \%$	
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, не менее:	$1,5 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$	
Диапазон измерений мощности дозы гамма-излучения:		
– с детектором NaI(Tl) для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А	от 0,03 до 300 мкЗв/ч	
– с детектором NaI(Tl) для МКС-АТ6102В	от 0,03 до 150 мкЗв/ч	
– со счетчиком Гейгера-Мюллера	от 10 мкЗв/ч до 100 мЗв/ч	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении мощности дозы гамма-излучения	$\pm 20 \%$	
Энергетическая зависимость спектрометров при измерении мощности дозы гамма-излучения:		
– с детектором NaI(Tl) в диапазоне от 50 до 3000 кэВ	$\pm 20 \%$	
– со счетчиком Гейгера-Мюллера в диапазоне от 60 до 3000 кэВ	$\pm 25 \%$	
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
Обнаружение источника гамма-излучения с радионуклидом ^{137}Cs спектрометрами в режиме поиска за время не более 2 с:		
– активность источника с ^{137}Cs , кБк	80 ± 10	
– расстояние от источника до поверхности блока детектирования, см	$30,0 \pm 0,5$	
Диапазон измерений плотности потока альфа-частиц радионуклида ^{239}Pu спектрометров с БДПА-01	от 0,5 до $10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц	$\pm 20 \%$	



Продолжение таблицы 3

Характеристика	Значение		
Диапазон измерений плотности потока бета-частиц спектрометров с БДПБ-01	от 3 до $5 \cdot 10^5$ мин ⁻¹ ·см ⁻²		
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 _{βmax} , 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 Sr+ ⁹⁰ Y	546 (⁹⁰ Sr) 2274 (⁹⁰ Y)	1,00
	¹⁰⁶ Ru+ ¹⁰⁶ 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	от 0,010 до 0,050 с ⁻¹		
Значения относительных коэффициентов чувствительности спектрометров с БДКН-03 для типовых источников нейтронного излучения при измерении мощности дозы	Источник нейтронов с энергией E _n	Относительный коэффициент чувствительности	
	Тепловые, E _n = 0,025 эВ	0,225 ± 0,045	
	Cf – 252, E _n = 2,13 МэВ	0,810 ± 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 4 π ср, нейтр.·с ⁻¹	Расстояние от источника до нижней поверхности корпуса спектрометра, см	
	(5,00 ± 1,25)·10 ⁴	22,0 ± 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 1,8·10 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, не более	0,050 с ⁻¹		
– частота ложных срабатываний в течение 1 ч работы, не более			



Продолжение таблицы 3

Характеристика	Значение
Время установления рабочего режима спектрометров, не более	1 мин
Время непрерывной работы спектрометров при автономном питании от аккумуляторов в нормальных условиях эксплуатации:	
– для МКС-АТ6102, не менее	18 ч
– для МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В, не менее	25 ч
При работе с БДПА-01, БДПБ-01, БДКН-03:	
– для МКС-АТ6102, не менее	15 ч
– для МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В, не менее	17 ч
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 счета импульсов нейтронного излучения, не более	5 %
Спектрометры устойчивы к воздействию:	
– температуры окружающего воздуха	от минус 20 °С до плюс 50 °С
– атмосферного давления в диапазоне	от 84 до 106,7 кПа
– относительной влажности воздуха при температуре 35 °С и более низких температурах без конденсации влаги	до 95 %
– синусоидальных вибраций с параметрами	
– диапазон частот	от 10 до 35 Гц
– смещение для частоты перехода	0,35 мм
– одиночных механических ударов с параметрами	
– длительность действия ударного импульса	16 мс
– пиковое ускорение	50 м/с ²
– постоянного магнитного поля и переменного магнитного поля сетевой частоты напряженностью	до 400 А/м
Габаритные размеры, не более:	
– спектрометр МКС-АТ6102	230 × 115 × 212 мм
– спектрометр МКС-АТ6102А	230 × 115 × 177 мм
– спектрометр МКС-АТ6102В	230 × 115 × 177 мм
– БДПА-01	∅ 87 × 205 мм
– БДПБ-01	∅ 87 × 205 мм
– БДКН-03	314 × 220 × 263 мм
Масса, не более:	
– спектрометр МКС-АТ6102	2,5 кг
– спектрометр МКС-АТ6102А	1,9 кг
– спектрометр МКС-АТ6102В	2,15 кг
– БДПА-01	0,55 кг
– БДПБ-01	0,65 кг
– БДКН-03	8,0 кг

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится:

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

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки спектрометров указан в таблицах 4 – 6.

Таблица 4

Наименование, тип	Количество	Примечание
Спектрометр МКС-АТ6102		
1 Спектрометр МКС-АТ6102	1	
2 Комплект блоков детектирования АТ6102	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части. Содержит блоки детектирования БДПА-01, БДПБ-01 и БДКН-03
3 Комплект программного обеспечения АТ6102	1	Содержит программное обеспечение «SpectEx» и программное обеспечение «GARM»
4 Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части.
5 Методика поверки МРБ МП.1892-2019	1	
6 Руководство по эксплуатации	1	

Таблица 5

Наименование, тип	Количество	Примечание
Спектрометр МКС-АТ6102А		
1 Спектрометр МКС-АТ6102А	1	
2 Комплект блоков детектирования АТ6102	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части. Содержит блоки детектирования БДПА-01, БДПБ-01 и БДКН-03
3 Комплект программного обеспечения АТ6102	1	Содержит программное обеспечение «SpectEx» и программное обеспечение «GARM»
4 Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части.
5 Методика поверки МРБ МП.1892-2019	1	
6 Руководство по эксплуатации	1	



Таблица 6

Наименование, тип	Количество	Примечание
Спектрометр МКС-АТ6102В		
1 Спектрометр МКС-АТ6102В	1	
2 Комплект блоков детектирования АТ6102	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части. Содержит блоки детектирования БДПА-01, БДПБ-01 и БДКН-03
3 Комплект программного обеспечения АТ6102	1	Содержит программное обеспечение «SpectEx» и программное обеспечение «GARM»
4 Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части.
5 Методика поверки МРБ МП.1892-2019	1	
6 Руководство по эксплуатации	1	

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

ТУ ВУ 100865348.019-2009 «Спектрометры МКС-АТ6102. Технические условия»;
 ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия»;
 ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров»;
 МРБ МП.1892-2019 «Спектрометры МКС-АТ6102. Методика поверки».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спектрометры МКС-АТ6102 соответствуют требованиям ТУ ВУ 100865348.019-2009, ГОСТ 27451-87, ГОСТ 26874-86, ТР ТС 004/2011 и ТР ТС 020/2011 (декларация о соответствии регистрационный номер ЕАЭС ВУ/112 11.01. ТР 004 003 33865, действительна по 21.05.2024).


Межповерочный интервал: не более 12 месяцев, межповерочный интервал в сфере законодательной метрологии в Республике Беларусь: не более 12 месяцев.

Научно-исследовательский центр испытаний средств измерений и техники БелГИМ г. Минск, Старовиленский тракт, 93, тел. 334-98-13.
 Аттестат аккредитации № ВУ/112 1.0025, действителен до 30.03.2024.

Разработчик: УП «АТОМТЕХ», 220005, г. Минск, ул. Гикало, 5.

Изготовитель: УП «АТОМТЕХ», 220005, г. Минск, ул. Гикало, 5.

Начальник научно-исследовательского центра испытаний средств измерений и техники БелГИМ



Д.М. Каминский

Директор УП «АТОМТЕХ»



В.А. Кожемякин

