

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры МКС-АТ6102

Назначение средства измерений

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

- энергетического распределения гамма-излучения,
- мощности амбиентного эквивалента дозы H^* (10) (мощности амбиентной дозы) гамма-излучения,
- мощности амбиентного эквивалента дозы H^* (10) (мощности амбиентной дозы) нейтронного излучения,
- плотности потока альфа-, бета-частиц с загрязненной поверхности,
а также поиска источников гамма- и нейтронного излучения и идентификации гамма-излучающих радионуклидов.

Описание средства измерений

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

При измерении мощности дозы гамма-излучения сцинтилляционным детектором использован метод преобразования аппаратурных спектров непосредственно в мощность дозы с помощью корректирующих весовых коэффициентов, значения которых зависят от амплитуды регистрируемых импульсов. Для расширения диапазона измерения мощности дозы используется счетчик Гейгера-Мюллера с фильтром, выравнивающим энергетическую зависимость чувствительности.

Спектрометры представляют собой многофункциональные носимые приборы, состоящие из моноблока, содержащего детекторы гамма и нейтронного излучений, а также поставляемых по заказу потребителя внешних блоков детектирования: нейтронного излучения БДКН-03, альфа- и бета-излучений БДПА-01 и БДПБ-01.

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

Для обеспечения стабильности измерений в спектрометрах применена система светодиодной стабилизации измерительного тракта, которая одновременно обеспечивает проверку работоспособности всего тракта в процессе работы. Кроме того, в спектрометрах реализована система автоматической температурной коррекции усиления.

Спектрометр имеет возможность устанавливать для измеряемых величин пороговые уровни, при превышении которых срабатывает световая, звуковая и вибрационная сигнализация. Значения установленных пороговых уровней отображаются на экране спектрометра и сохраняются при отключении питания спектрометра.

Спектрометр имеет индикаторный режим идентификации радионуклидов, обеспечивающий отображение на экране спектрометра типа идентифицированного гамма-излучающего радионуклида. Спектрометр имеет индикаторный режим поиска, обеспечивающий срабатывание сигнализации при обнаружении источников нейтронного излучения.

Спектрометр обеспечивает проведение самоконтроля основных узлов при включении и постоянную проверку работоспособности в процессе работы.

Для обмена информацией с персональным компьютером (ПК) предусмотрен канал передачи данных через USB порт и Bluetooth. Спектрометры имеют встроенный GPS-приемник для привязки измерений на местности.

Электропитание спектрометра осуществляется от встроенного в корпус спектрометра перезаряжаемого блока аккумуляторов. Спектрометр обеспечивает автоматический контроль разряда блока аккумуляторов.

Спектрометры выпускаются в модификациях, представленных в таблице 1.

Таблица 1

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

Общий вид и место пломбирования спектрометров представлены на рисунках 1 и 2.



Рис. 1. Общий вид спектрометров МКС-АТ6102



Рис. 2 Место пломбирования от несанкционированного доступа

Программное обеспечение

Программное обеспечение является встроенным и размещается в энергонезависимой части памяти микропроцессора, запись которой осуществляется в процессе производства и не подлежит дальнейшему изменению.

Разделение ПО с выделением метрологически значимой части не предусмотрено. К метрологически значимой части относится все ПО спектрометров.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	АТ6102М
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0XN*, 1.bXY**
Цифровой идентификатор ПО (CRC32)	d57103ed
Идентификационное наименование ПО	АТ6102МА
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0AN*, 1.bAY**
Цифровой идентификатор ПО (CRC32)	d558d340
Идентификационное наименование ПО	АТ6102МВ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0BN*, 1.bBY**
Цифровой идентификатор ПО (CRC32)	d3e71687

Примечание: * - номер версии ПО, для которой приведен цифровой идентификатор;

** - номер версии при коррекции ПО, указывается в разделе «Свидетельство о приёмке» руководства по эксплуатации и в протоколе поверки при первичной поверке.

Значение символов по порядку:

1 – базовый номер версии; b – номер подверсии [от 0 до 99]; символы X, A, B - модификация спектрометра; символ Y - версия библиотеки радионуклидов [N, S].

В соответствии с Р 50.2.077-2014 уровень защиты встроенного ПО спектрометров МКС-АТ6102 от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний».

Метрологические и технические характеристики

Основные технические характеристики спектрометров приведены в таблице 3.

Таблица 3

Характеристика	Значение
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, кэВ	от 20 до 3000
Число каналов для измерения энергетического распределения гамма – излучения	от 0 до 1023
Пределы допускаемой относительной погрешности характеристики преобразования при измерении энергетического распределения гамма-излучения, %	±1
Относительное энергетическое разрешение спектрометров для гамма-излучения с энергией 662 кэВ радионуклида ¹³⁷ Cs, %, не более: – МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А; – МКС-АТ6102В	8,0 8,5
Максимальная входная статистическая нагрузка спектрометров при измерении энергетического распределения гамма-излучения, с ⁻¹ , не менее	1,5×10 ⁵
Эффективность регистрации в пике полного поглощения гамма-излучения с энергией 662 кэВ точечного источника типа ОСГИ-3 радионуклида ¹³⁷ Cs, %: – МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А; – МКС-АТ6102В	2,10 ± 0,42 2,7 ± 0,54
Энергетическая зависимость чувствительности спектрометров при измерении мощности амбиентной дозы гамма-излучения, %: – с детектором NaI(Tl) в диапазоне 50 – 3000 кэВ; – со счетчиком Гейгера-Мюллера в диапазоне 60 – 3000 кэВ	± 20 ± 25
Диапазон измерений мощности амбиентной дозы гамма-излучения: – с детектором NaI(Tl) для МКС-АТ6102, МКС-АТ6102А; – с детектором NaI(Tl) для МКС-АТ6102В; – со счетчиком Гейгера-Мюллера.	от 0,01 мкЗв/ч до 300 мкЗв/ч от 0,01 мкЗв/ч до 150 мкЗв/ч от 10 мкЗв/ч до 100 мЗв/ч
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности амбиентной дозы гамма-излучения, %	±20
Время обнаружения в режиме поиска источника гамма-излучения с радионуклидом ¹³⁷ Cs активностью (50 ± 10) кБк, расположенного на расстоянии (20,0 ± 0,5) см от поверхности корпуса спектрометра, с, не более	2
Диапазон измерений плотности потока альфа-частиц радионуклида ²³⁹ Pu, мин ⁻¹ ×см ⁻²	от 0,5 до 10 ⁵
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц, %	± 20
Диапазон измерений плотности потока бета-частиц, мин ⁻¹ ×см ⁻²	от 3 до 5×10 ⁵

Характеристика	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности потока бета-частиц, %	± 20
Чувствительность спектрометров с БДПБ-01 к бета-излучению радионуклидов с максимальными энергиями спектра бета-частиц в диапазоне от 155 до 3540 кэВ по отношению к чувствительности к бета-излучению радионуклида $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, отн. ед.	
^{14}C $E_{\text{bmax}} = 156$ кэВ	$0,40 \pm 0,20$
^{147}Pm $E_{\text{bmax}} = 225$ кэВ	$0,65 \pm 0,20$
^{60}Co $E_{\text{bmax}} = 318$ кэВ	$0,90 \pm 0,27$
^{204}Tl $E_{\text{bmax}} = 763$ кэВ	$1,25 \pm 0,37$
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ $E_{\text{bmax}} = 546$ (^{90}Sr) кэВ $E_{\text{bmax}} = 2274$ (^{90}Y) кэВ	1,00
$^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$ $E_{\text{bmax}} = 39,4$ (^{106}Ru) кэВ $E_{\text{bmax}} = 3540$ (^{106}Rh) кэВ	$1,20 \pm 0,36$
Уровень собственного фона спектрометра МКС-АТ6102 с детектором нейтронного излучения, с^{-1}	от 0,010 до 0,050
Чувствительность спектрометра МКС-АТ6102 к прямому нейтронному излучению Pu- α -Be источника, имп·см ² /нейтр, не менее	0,28
Чувствительность спектрометра МКС-АТ6102 к прямому нейтронному излучению источника ^{252}Cf , имп·см ² /нейтр, не менее	0,5
Диапазон измерений мощности амбиентной дозы нейтронного излучения спектрометрами с БДКН-03	от 0,1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности амбиентной дозы нейтронного излучения, %	± 20
Диапазон энергий нейтронного излучения, регистрируемого спектрометрами с БДКН-03	от 0,025 эВ до 14 МэВ
Чувствительность спектрометров с БДКН-03 к нейтронному излучению типовых источников нейтронного излучения с энергией E_n , по отношению к чувствительности к нейтронному излучению Pu- α -Be источника при измерении мощности амбиентной дозы, отн. ед.	
Тепловые $E_n = 0,025$ эВ	$0,225 \pm 0,045$
Ra – γ – Be $E_n = 100$ кэВ	$0,810 \pm 0,080$
^{252}Cf $E_n = 2,13$ МэВ	$1,02 \pm 0,10$
Pu- α -Be $E_n = 4,16$ МэВ	1,00
Время обнаружения спектрометром МКС-АТ6102 Pu- α -Be источника нейтронного излучения в режиме поиска с вероятностью 0,9 при доверительной вероятности 0,95, с, не более: – поток нейтронов из источника в телесный угол 4 π ср, $(5,00 \pm 1,25) \cdot 10^4$ нейтр · с^{-1} ; – расстояние от источника до нижней поверхности корпуса спектрометра, $(22,0 \pm 0,2)$ см	5
Количество ложных срабатываний за 1 час спектрометра МКС-АТ6102 в режиме поиска при обнаружении источников нейтронного излучения при скорости счета фона не выше $0,050 \text{ с}^{-1}$ при доверительной вероятности 0,95, не более	1
Время установления рабочего режима спектрометров, мин, не более	1

<p>Время непрерывной работы спектрометров при автономном питании от встроенных аккумуляторов в нормальных условиях эксплуатации, ч, не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> - МКС-АТ6102; 18 - МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В 25 <p>При работе с БДПА-01, БДПБ-01, БДКН-03:</p> <ul style="list-style-type: none"> - МКС-АТ6102; 15 - МКС-АТ6102А, МКС-АТ6102В 17 	
Нестабильность градуировочной характеристики преобразования спектрометров за время непрерывной работы, %, не более	± 1
Нестабильность показаний за время непрерывной работы, %, не более	± 5
Время измерения спектрометрами с БДКН-03 мощности дозы нейтронного излучения 1 мкЗв/ч со статистической погрешностью, не превышающей ± 20 %, с, не более	280
<p>Спектрометры устойчивы к воздействию:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температуры окружающего воздуха в диапазоне, °С - атмосферного давления в диапазоне, кПа - синусоидальных вибраций с параметрами: <ul style="list-style-type: none"> - диапазон частот, Гц - смещение для частоты перехода, мм; - одиночных механических ударов с параметрами: <ul style="list-style-type: none"> - пиковое ускорение, м/с² (g) - длительность действия ударного импульса, мс 	<p>от минус 20 до плюс 50 от 84 до 106,7</p> <p>от 10 до 55 0,35</p> <p>50 (5) 16</p>
<p>Габаритные размеры, мм, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - спектрометр МКС-АТ6102; 230 ´ 115 ´ 212 - спектрометр МКС-АТ6102А; 230 × 115 × 177 - спектрометр МКС-АТ6102В; 230 × 115 × 177 - БДПА-01; диаметр 87 ´ 205 - БДПБ-01; диаметр 87 ´ 205 - БДКН-03 314 ´ 220 ´ 263 	
<p>Масса, кг, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 	

Знак утверждения типа

наносится на этикетку, расположенную на нижней поверхности спектрометров и на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки спектрометров указан в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Количество	Примечание
Спектрометр МКС-АТ6102		
Спектрометр МКС-АТ6102	1	
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел «Поверка»
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части. Содержит БДПА-01, БДПБ-01 и БДКН-03
Спектрометр МКС-АТ6102А		
Спектрометр МКС-АТ6102А	1	
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел «Поверка»
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части. Содержит БДПА-01, БДПБ-01 и БДКН-03
Спектрометр МКС-АТ6102В		
Спектрометр МКС-АТ6102В	1	
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел «Поверка»
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части. Содержит БДПА-01, БДПБ-01 и БДКН-03
«Спектрометры МКС-АТ6102. Методика поверки» изменение №2	1	

Поверка

осуществляется по документу

- МРБ МП.1892-2009 «Спектрометры МКС-АТ6102. Методика поверки» изменение «1», утвержденному БелГИМ в марте 2009 г. – для спектрометров с датой выпуска до 01.06.2014 г.
- МРБ МП.1892-2009 «Спектрометры МКС-АТ6102. Методика поверки» изменение «2», утвержденному БелГИМ в марте 2009 г. – для спектрометров с датой выпуска после 01.06.2014 г.

При поверке применяются:

- источники фотонного излучения спектрометрические эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 типа ОСГИ-3 № г/р 46383-11, активностью от 3 до 180 кБк, из радионуклидов ^{241}Am , ^{57}Co , ^{139}Ce , ^{113}Sn , ^{54}Mn , ^{22}Na , ^{88}Y , ^{137}Cs , ^{228}Th , аттестованные по активности радионуклида в источнике с погрешностью не более $\pm 6\%$;
- источники бета-излучения эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 с радионуклидом $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ типов 4СО, 5СО, 6СО с площадью рабочей поверхности 40, 100 и 160 cm^2 соответственно, активностью от 40 до $2,0 \cdot 10^6$ Бк, аттестованные по активности и потоку частиц с погрешностью не более $\pm 6\%$;
- источники альфа-излучения эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 с радионуклидом ^{239}Pu типов 4П9, 5П9, 6П9 с площадью рабочей поверхности 40, 100 и 160 cm^2 соответственно, активностью от 25 до $4,0 \cdot 10^5$ Бк, аттестованные по активности и потоку частиц с погрешностью не более $\pm 6\%$;
- эталонные источники быстрых нейтронов по ГОСТ 8.031-82 плутоний бериллиевые типа ИБН с потоком быстрых нейтронов от источника в телесный угол 4р ср от $3 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^7$ c^{-1} ; плотность потока нейтронов на расстоянии 1 м от источника $2,5 - 1000$ $\text{c}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$, погрешность аттестации по плотности потока не более $\pm 8\%$;
- установка поверочная дозиметрическая гамма-излучения эталонная по ГОСТ 8.087-2000 с набором источников из радионуклида ^{137}Cs , аттестованная по мощности кермы в воздухе в диапазоне измерений от 0,025 мкГр/ч до 8,33 мГр/ч с погрешностью не более $\pm 5\%$;
- эталонные 2-го разряда по ГОСТ 8.031-82 поверочные установки типов УКПН-1, УКПН-1М и аналогичные им по метрологическим параметрам с комплектом плутоний-бериллиевых источников быстрых нейтронов типа ИБН при поверке в коллимированном

пучке или установки на основе градуировочной линейки с набором аналогичных источников при поверке в открытой геометрии, диапазон измерений мощности амбиентной дозы нейтронного излучения от 0,5 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч, погрешность аттестации установки не более $\pm 8\%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документах:

- «Спектрометр МКС-АТ6102. Руководство по эксплуатации», «Спектрометр МКС-АТ6102А. Руководство по эксплуатации», «Спектрометр МКС-АТ6102В. Руководство по эксплуатации».

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

ГОСТ 4.59-79 «Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей».

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

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

ГОСТ 8.033-96 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета- частиц и фотонов радионуклидных источников».

ГОСТ 8.034-82 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений».

ГОСТ 8.031-82 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений потока и плотности потока нейтронов».

Технические условия ТУ ВУ 100865348.019-2009 «Спектрометры МКС-АТ6102» с изменением № 3.

Рекомендации по области применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды;
- при выполнении работ по осуществлению производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии.

Изготовитель

Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ» (УП «АТОМТЕХ»)

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

Тел. (+375-17) 284-51-35, тел./факс (+375-17) 292-81-42

Экспертиза проведена

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

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

Тел. (812) 251-76-01, факс (812) 713-01-14.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« _____ » _____ 2015 г.