СОГЛАСОВАНО
Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
_____ Н.И.Ханов
8 июля 2009 г.

Спектрометры МКС-АТ6101	**Внесены в Государственный реестр средств измерений** **Регистрационный № 32791-09** **Взамен № 32791-06**

Выпускаются по техническим условиям ТУ BY 100865348.018-2006 с извещением ТИАЯ.15-2008 об изменении ТУ, УП « АТОМТЕХ», Республика Беларусь

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Спектрометры МКС-АТ6101 (далее – спектрометры) предназначены для измерения энергетического распределения гамма-излучения, мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, плотности потока альфа-, бета-частиц с загрязненной поверхности, поиска источников гамма-излучения и идентификации гамма-излучающих радионуклидов, а также для поиска источников нейтронного излучения.

Спектрометры применяются для решения различных задач радиационного контроля на предприятиях и в организациях различных министерств и ведомств, в том числе таможенными, пограничными и другими службами для предотвращения несанкционированного перемещения радиоактивных источников и веществ, радиологическими службами центров гигиены и эпидемиологии, а также специалистами различных отраслей промышленности, сельского хозяйства, транспорта, медицины, науки и т.д., где применяются ядерно-технические установки и источники ионизирующих излучений.

ОПИСАНИЕ

Спектрометры представляют собой многофункциональные носимые приборы, состоящие из внешних спектрометрических блоков детектирования (БД) и блока обработки информации (БОИ) или портативного компьютера. Спектрометры и выпускаются в модификациях, представленных в таблице 1.

Таблица 1

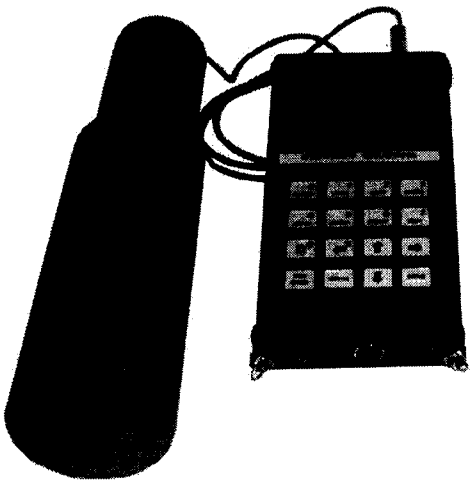
Модификация	Назначение
МКС-АТ6101	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения
	Поиск источников гамма-излучения
	Идентификация гамма-излучающих радионуклидов
	Измерение плотности потока альфа-частиц с загрязненной поверхности
	Измерение плотности потока бета-частиц с загрязненной поверхности
МКС-АТ6101А	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
МКС-АТ6101В	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения
	Поиск источников гамма-излучения
	Идентификация гамма-излучающих радионуклидов
	Измерение плотности потока альфа-частиц с загрязненной поверхности
	Измерение плотности потока бета-частиц с загрязненной поверхности
МКС-АТ6101Д	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения
МКС-АТ6101С	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения
	Поиск источников гамма-излучения
	Идентификация гамма-излучающих радионуклидов
	Поиск источников нейтронного излучения

Принцип действия БД основан на использовании высокочувствительных методов спектрометрии и радиометрии с применением сцинтилляционных детекторов и фотоэлектронных умножителей (ФЭУ).

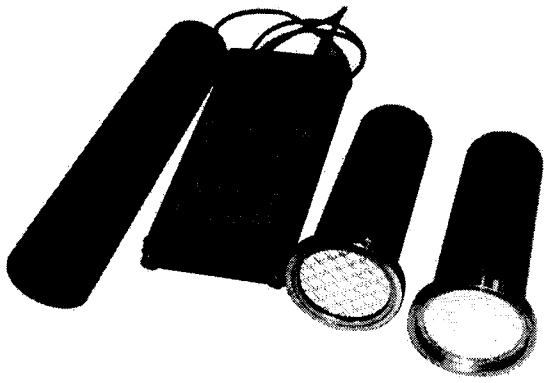
Алгоритм работы спектрометра обеспечивает непрерывность процесса измерения, вычисление средних значений результатов измерений и оперативное представление получаемой информации на табло, статистическую обработку результатов измерений и оценку статистических флуктуаций в темпе поступления сигналов от детектора,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

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

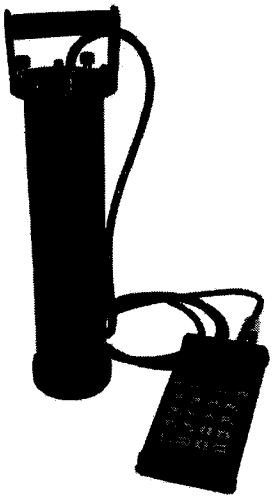
Общий вид спектрометров представлен на рисунке 1.



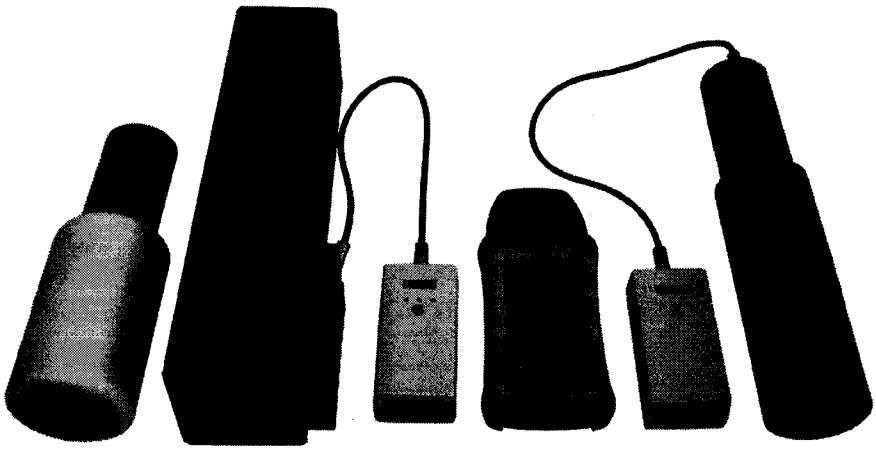
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1

а) внешний вид спектрометра МКС-АТ6101А;

б) внешний вид спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В;

в) внешний вид спектрометра МКС-АТ6101Д;

г) внешний вид спектрометра МКС-АТ6101С.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные характеристики спектрометров представлены в таблице 2

Таблица 2

Характеристика	Значение
1	2
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, в котором измеряется энергетическое распределение для модификаций МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101С	от 20 до 1500 кэВ от 40 до 3000 кэВ
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, в котором измеряется энергетическое распределение для модификаций МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101Д	от 40 до 3000 кэВ
Число каналов для измерения энергетического распределения	от 0 до 511
Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования при измерении энергетического распределения гамма-излучения, не более	±1 %
Относительное энергетическое разрешение для гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs с энергией 662 кэВ: – МКС-АТ6101 – МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д, МКС-АТ6101С	 не более 9,0 % не более 9,5 %
Эффективность регистрации в пике полного поглощения для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs точечного источника ОСГИ-3: – МКС-АТ6101 – МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101С – МКС-АТ6101Д	 (3,29±0,65) % (7,32±1,46) % (5,34±1,06) %
Максимальная входная статистическая загрузка спектрометров при измерении энергетического распределения гамма-излучения	не менее $5 \cdot 10^4$ c^{-1}
Диапазоны измерения мощности амбиентной дозы гамма-излучения: МКС-АТ6101: БДКГ-05 УД БОИ МКС-АТ6101В: БДКГ-11 УД БОИ МКС-АТ6101Д с БДКГ-11 МКС-АТ6101С с БДКГ-11	 0,01 – 300 мкЗв/ч 1 мкЗв/ч – 10 мЗв/ч 0,01 – 100 мкЗв/ч 1 мкЗв/ч – 10 мЗв/ч 0,01 – 100 мкЗв/ч 0,01 – 100 мкЗв/ч
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности амбиентной дозы гамма-излучения,	±20 %
Энергетическая зависимость чувствительности спектрометров при измерении мощности амбиентной дозы гамма-излучения: МКС-АТ6101: – с БДКГ-05 в диапазоне 50 – 3000 кэВ – с УД БОИ в диапазоне 60 – 3000 кэВ	 ±20 % от +35 до - 25 %

Продолжение таблицы 2

1	2
МКС-АТ6101В: – с БДКГ-11 в диапазоне 50 – 3000 кэВ – с УД БОИ в диапазоне 60 – 3000 кэВ МКС-АТ6101Д и МКС-АТ6101С с БДКГ-11 в диапазоне 50 – 3000 кэВ	 ±20 % от +35 до - 25 % ±20 %
Диапазон измерения плотности потока альфа-частиц радионуклида ^{239}Pu, для МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с блоком детектирования БДПА-01	от 0,5 до 10^5 мин$^{-1}$·см$^{-2}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-частиц	±20 %
Диапазон измерения плотности потока бета-частиц МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с блоком детектирования БДПБ-01	от 3 до $5 \cdot 10^5$ мин$^{-1}$·см$^{-2}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц	±20 %
Чувствительность спектрометров МКС-АТ6101 и МКС-АТ6101В 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 $^{90}Sr + ^{90}Y$ (относительная чувствительность) соответственно: ^{14}C $E_\beta max = 156$ кэВ ^{147}Pm $E_\beta max = 225$ кэВ ^{60}Co $E_\beta max = 318$ кэВ ^{204}Tl $E_\beta max = 763$ кэВ $^{106}Ru+^{106}Rh$ $E_\beta max = 39,4$ кэВ (^{106}Ru) $E_\beta max = 3540$ кэВ (^{106}Rh)	 0,27 ± 0,13 0,65 ± 0,20 0,90 ± 0,27 1,25 ± 0,37 1,20 ± 0,36
Чувствительность спектрометра МКС-АТ6101С к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника, не менее: – с БДКН-01 – с БДКН-05	 1,6 имп.·см^2/нейтр. 9 имп.·см^2/нейтр.
Уровень собственного фона спектрометра МКС-АТ6101С: – с БДКН-01 – с БДКН-05	 от 0,002 до 0,055 с$^{-1}$ от 0,010 до 0,350 с$^{-1}$
Время установления рабочего режима спектрометров	1 мин
Время непрерывной работы спектрометров при автономном питании от блока аккумуляторов, встроенного в корпус БОИ, в нормальных условиях эксплуатации: – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д – МКС-АТ6101С	 не менее 12 ч не менее 9 ч
Нестабильность энергетической характеристики преобразования спектрометров за время непрерывной работы	не превышает ± 1%
Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования спектрометров: – при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур относительно нормальных условий – при изменении напряженности постоянного магнитного поля до 400 А/м относительно нормальных условий	 ±2 % ±2 %

Продолжение таблицы 2

1	2
Габаритные размеры, мм, не более:	
– БОИ	110×230×38
– БДКГ-05	∅62×320
– БДКГ-11	∅78×350
– БДПА-01	∅87×205
– БДПБ-01	∅87×205
– БДКН-01	∅90×280
– БДКН-05	105×115×380
– адаптер BT-DU	45×65×125
– портативный компьютер «Recon»	50×100×225
– контейнер спектрометра МКС-АТ6101Д	∅130×480
Масса, кг, не более:	
– БОИ	0,80
– БДКГ-05	1,20
– БДКГ-11	1,90
– БДПА-01	0,55
– БДПБ-01	0,65
– БДКН-01	2,00
– БДКН-05	3,50
– адаптер BT-DU	0,25
– портативный компьютер «Recon»	0,70
– контейнер спектрометра МКС-АТ6101Д	2,40

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится методом офсетной печати:

- на этикетку, расположенную на задней панели БОИ для спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д;

- на этикетку, расположенную на торцевой поверхности блока детектирования гамма-излучения для спектрометра МКС-АТ6101С;

- на титульном листе Руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки спектрометров МКС-АТ6101 указан в таблице 3

Таблица 3

Наименование, тип	Количество	Примечание
1	2	3
Спектрометр МКС-АТ-6101		
Блок обработки информации (БОИ)	1	Со встроенным УД БОИ
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-05	1	
Блок детектирования альфа-излучения БДПА-01	1	Поставляется по заказу потребителя
Блок детектирования бета-излучения БДПБ-01	1	Поставляется по заказу потребителя
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел 6 «Поверка»
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Спектрометр МКС-АТ-6101А		
Блок обработки информации (БОИ)	1	
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11	1	
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел 6 "Поверка"
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Спектрометр МКС-АТ-6101В		
Блок обработки информации (БОИ)	1	Со встроенным УД БОИ
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11	1	
Блок детектирования альфа-излучения БДПА-01	1	Поставляется по заказу потребителя
Блок детектирования бета-излучения БДПБ-01	1	Поставляется по заказу потребителя
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел 6 "Поверка"
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Спектрометр МКС-АТ-6101Д		
Блок обработки информации (БОИ)	1	
Контейнер	1	С кабелем
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11	1	Размещается в контейнере
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел 6 "Поверка"
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части

Продолжение таблицы 3

Спектрометр МКС-АТ6101С		
1	2	3
Портативный компьютер «Recon»	1	
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11	1	
Блок детектирования нейтронного излучения БДКН-01	1	Поставляется по заказу потребителя
Блок детектирования нейтронного излучения БДКН-05	1	Поставляется по заказу потребителя
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел 6 "Поверка"
Адаптер BT-DU	1-2	Количество уточняется при заказе
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части

ПОВЕРКА

Поверка спектрометров МКС-АТ6101 осуществляется в соответствии с документом «Спектрометры МКС-АТ6101. Методика поверки МРБ МП.1524-2006» с извещением ТИАЯ.33-2008 об изменении МРБ МП.1524-2006, согласованным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в июне 2009 г.

При первичной и периодической поверках применяются:

- источники фотонного излучения спектрометрические эталонные 2-го разряда типа ОСГИ-3 ТУ 7018-001-13805076-04, активностью от 3 до 100 кБк, из радионуклидов ^{241}Am, ^{57}Co, ^{139}Ce, ^{88}Y, ^{113}Sn, ^{54}Mn, ^{22}Na, ^{88}Y, ^{137}Cs, ^{228}Th, аттестованные по активности радионуклида в источнике с погрешностью не более ±6 %;
- источники бета-излучения образцовые с радионуклидом ^{90}Sr – ^{90}Y типов 4СО, 5СО, 6СО с площадью рабочей поверхности 40, 100 и 160 см^2 соответственно, активностью от 80 до $2{,}0\cdot10^6$, аттестованные по активности и потоку частиц с погрешностью не более ±6%;
- источники альфа-излучения образцовые с радионуклидом ^{239}Pu типов 4П9, 5П9, 6П9 с площадью рабочей поверхности 40, 100 и 160 см^2 соответственно, активностью от 25 до $4{,}0\cdot10^5$ Бк, аттестованные по активности и потоку частиц с погрешностью не более ±6%;
- источники быстрых нейтронов плутоний бериллиевые типа ИБН с потоком быстрых нейтронов от источника в телесный угол 4π от 3·105 до 5·107 с$^{-1}$; плотность потока нейтронов на расстоянии 1 м от источника 2,5 – 500 с$^{-1}$·см$^{-2}$. Погрешность аттестации по плотности потока не более ± 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 8,4 мГр/ч с погрешностью не более ±5%.

Межповерочный интервал – 1 год.

Поверка может осуществляться государственными центрами стандартизации и метрологии России и метрологическими службами юридических лиц, аккредитованными в установленном порядке на право поверки данного типа средств измерений.

НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

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

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

ГОСТ 17225-85 «Радиометры загрязненности поверхностей альфа- и бета-активными веществами. Общие технические требования и методы испытаний»;

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

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

Технические условия ТУ BY 100865348.018-2006 «Спектрометры МКС-АТ6101» с извещением ТИАЯ. 15-2008 об изменении ТУ, УП « АТОМТЕХ», Республика Беларусь

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип спектрометров МКС-АТ6101 утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при ввозе по импорту, в эксплуатации и после ремонта согласно государственным поверочным схемам по ГОСТ 8.034-82, ГОСТ 8.033-96, ГОСТ 8.031-82.