

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры МКС-АТ6101

Назначение средства измерений

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.

Описание средства измерений

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

Спектрометры представляют собой многофункциональные носимые приборы, состоящие из внешних спектрометрических блоков детектирования (БД) и блока обработки информации (БОИ) или портативного компьютера (ПК).

Алгоритм работы спектрометров 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.

Спектрометры выпускаются в модификациях, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Модификация	Назначение
МКС-АТ6101	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности амбиентной 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 амбиентной 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

Продолжение таблицы 1

Модификация	Назначение
МКС-АТ6101Д	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности амбиентной дозы гамма-излучения
МКС-АТ6101С	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности амбиентной дозы гамма-излучения
	Поиск источников гамма-излучения
	Идентификация гамма-излучающих радионуклидов
	Поиск источников нейтронного излучения

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



а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 - Внешний вид спектрометров МКС-АТ6101:

а) МКС-АТ6101А, б) МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, в) МКС-АТ6101Д, г) МКС-АТ6101С

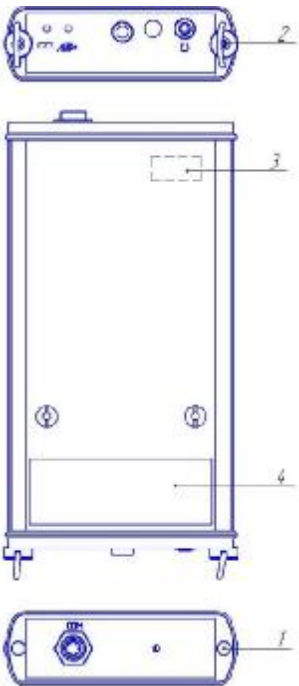


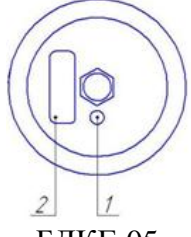

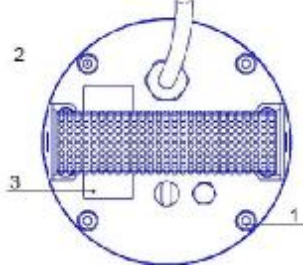
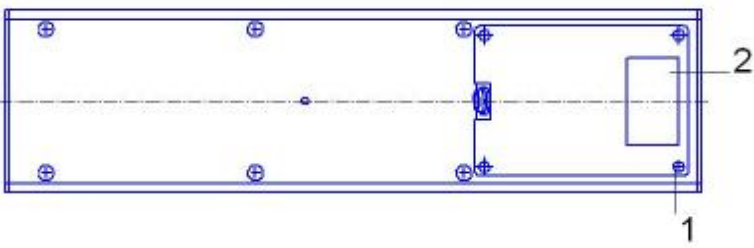
 <p>БОО: 1 и 2 – пломбы; 3 – место нанесения клейма поверителя; 4– шильдик с заводским номером.</p>	 <p>БДКГ-11: 1 – пломба; 2– шильдик с заводским номером.</p>
	 <p>БДКГ-11М: 1 – пломба; 2– шильдик с заводским номером; 3 – место нанесения клейма поверителя.</p>
	 <p>БДКГ-05: 1 – пломба; 2– шильдик с заводским номером.</p>
 <p>БДПА-01, БДПБ-01: 1 – пломба; 2– шильдик с заводским номером.</p>	 <p>Контейнер МКС-АТ6101Д: 1, 2 – пломбы; 3– шильдик с заводским номером.</p>
 <p>БДКН-05: 1 – пломба; 2– шильдик с заводским номером.</p>	

Рисунок 2 - Место пломбирования от несанкционированного доступа

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) спектрометров позволяет осуществлять:

- а) проведение самоконтроля;
- б) управление режимом стабилизации;
- в) управление режимами работы;
- г) визуализацию результатов измерения;
- б) визуализацию накопления и обработку спектрометрической информации;
- в) идентификацию радионуклидов;
- г) ведение журнала событий.

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

Управление работой спектрометров МКС-АТ6101С осуществляется программой «АТAS Scanner Mobile», установленной на портативном компьютере.

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

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
АТASScannerMobile	АТASScannermobile.exe	5.1.7 5.y.x ¹⁾	33bd9238d31c5ffd01 c4aa5a29d361f2 ²⁾	MD5
БОИ МКС-АТ6101	_АТ6101_ED2.hex	5.1.x.z	Не определен	
БОИ МКС-АТ6101А	_АТ6101А_ED2_NEW ACT.hex	5.1.x.z	Не определен ²⁾	
БОИ МКС-АТ6101В	_АТ6101В_ED2.hex	5.1.x.z	Не определен ²⁾	
БОИ МКС-АТ6101Д	_АТ6101Д_ED2_NEW ACT.hex	5.1.x.z	Не определен ²⁾	

Примечания: 1) x = [от 1 до 9], y = [от 1 до 9], z = [от 1 до 999].

Текущий номер версии ПО указан в разделе «Свидетельство о приемке» РЭ.

2) Цифровой идентификатор ПО дан только для версии 5.1.7. АТASScannermobile.exe

В соответствии с разделом 2.6 МИ 3286-2010 и на основании результатов проверок:

- уровень защиты микропрограммного ПО спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «А»,
- уровень защиты внешнего ПО спектрометров МКС-АТ6101С от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» .

Метрологические и технические характеристики

Основные технические характеристики спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101С, МКС-АТ6101Д приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика	Значение
<p>Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, кэВ</p> <ul style="list-style-type: none"> – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В; – МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101Д; – МКС-АТ6101С с БДКГ-11М 	<p>от 20 до 1500 и от 40 до 3000 от 40 до 3000 от 20 до 3000</p>
<p>Число каналов для измерения энергетического распределения гамма – излучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д; – МКС-АТ6101С с БДКГ-11М 	<p>от 0 до 511 от 0 до 1023</p>
<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования при измерении энергетического распределения гамма-излучения, %</p>	<p>±1</p>
<p>Относительное энергетическое разрешение для гамма-излучения радионуклида ¹³⁷Cs с энергией 662 кэВ, %, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101С с БДКГ-11М; – МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д 	<p>8,5 9,0</p>
<p>Эффективность регистрации в пике полного поглощения для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ¹³⁷Cs точечного источника типа ОСГИ-3, %:</p> <ul style="list-style-type: none"> – МКС-АТ6101; – МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101С; – МКС-АТ6101Д 	<p>3,29±0,65 7,32±1,46 5,0±1,0</p>
<p>Максимальная входная статистическая нагрузка спектрометров, с⁻¹, не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д; – МКС-АТ6101С с БДКГ-11М 	<p>5 · 10⁴ 1 · 10⁵</p>
<p>Диапазон измерений мощности амбиентной дозы гамма-излучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – МКС-АТ6101: <ul style="list-style-type: none"> • с БДКГ-05; • с УД БОИ – МКС-АТ6101В: <ul style="list-style-type: none"> • с БДКГ-11; • с УД БОИ – МКС-АТ6101Д с БДКГ-11 – МКС-АТ6101С: <ul style="list-style-type: none"> • с БДКГ-11М; • с БДКГ-04 	<p>от 0,01 до 300 мкЗв/ч от 1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч от 0,01 до 100 мкЗв/ч от 1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч от 0,01 до 100 мкЗв/ч от 0,01 до 150 мкЗв/ч от 0,05 мкЗв/ч до 10 Зв/ч</p>
<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности амбиентной дозы гамма-излучения, %</p>	<p>±20</p>
<p>Энергетическая зависимость чувствительности спектрометров при измерении мощности амбиентной дозы гамма-излучения, %:</p> <ul style="list-style-type: none"> – МКС-АТ6101: <ul style="list-style-type: none"> • с БДКГ-05 в диапазоне от 50 до 3000 кэВ; • с УД БОИ в диапазоне от 60 до 3000 кэВ; – МКС-АТ6101В: <ul style="list-style-type: none"> • с БДКГ-11 в диапазоне от 50 до 3000 кэВ; • с УД БОИ в диапазоне от 60 до 3000 кэВ; – МКС-АТ6101Д с БДКГ-11; 	<p>± 20 от – 25 до + 35 ± 20 от – 25 до + 35 ± 20</p>

Продолжение таблицы 2

Характеристика	Значение
– МКС-АТ6101С: • с БДКГ-11М в диапазоне от 50 до 3000 кэВ; • с БДКГ-04 в диапазоне от 15 до 60 кэВ в диапазоне от 60 до 3000 кэВ	± 15 ± 35 ± 25
Чувствительность спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05 к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника, имп·см ² /нейтр, не менее	$8,6 \pm 1,7$
Уровень собственного фона спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05, с ⁻¹	от 0,05 до 0,25
Диапазон измерений плотности потока альфа-частиц радионуклида ²³⁹ Pu для МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, мин ⁻¹ ·см ⁻²	от 0,5 до 10 ⁵
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-частиц	$\pm 20 \%$
Диапазон измерений плотности потока бета-частиц для МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В, мин ⁻¹ ·см ⁻²	от 3 до 5·10 ⁵
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц, %	± 20
Степень защиты по ГОСТ 14254 для спектрометров должна соответствовать	IP54
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), отн. ед.	
¹⁴ C E _{βmax} = 156 кэВ	0,40 ± 0,20
¹⁴⁷ Pm E _{βmax} = 225 кэВ	0,65 ± 0,20
⁶⁰ Co E _{βmax} = 318 кэВ	0,90 ± 0,27
²⁰⁴ Tl E _{βmax} = 763 кэВ	1,25 ± 0,37
⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y E _{βmax} = 546 (⁹⁰ Sr) кэВ E _{βmax} = 2274 (⁹⁰ Y) кэВ	1,00
¹⁰⁶ Ru+ ¹⁰⁶ Rh E _{βmax} = 39,4 (¹⁰⁶ Ru) кэВ E _{βmax} = 3540 (¹⁰⁶ Rh) кэВ	1,20 ± 0,36
Относительный коэффициент чувствительности для типовых источников нейтронного излучения с энергией E _n , отн. ед.	
Тепловые E _n = 0,025 эВ	1,31 ± 0,26
²⁵² Cf E _n = 2,13 МэВ	1,7 ± 0,34
Pu-α-Be E _n = 4,16 МэВ	1,00
Чувствительность спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05 в реальных условиях эксплуатации к нейтронному излучению источника ²⁵² Cf, имп·см ² /нейтр, не менее	20
Время установления рабочего режима спектрометров, мин, не более	1
Время непрерывной работы спектрометров при автономном питании от встроенных аккумуляторов в нормальных условиях эксплуатации, ч, не менее:	
– МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д;	12
– МКС-АТ6101С	10

Продолжение таблицы 2

Характеристика	Значение
Нестабильность градуировочной характеристики преобразования спектрометров за время непрерывной работы, %, не более	±1
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности характеристики преобразования спектрометров: – при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур относительно нормальных условий, % – при изменении напряженности постоянного и переменного сетевой частоты магнитного поля до 400 А/м относительно нормальных условий, %	± 2 ± 2
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений мощности амбиентной дозы гамма-излучения, плотности потока альфа- и бета-излучения – при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур (от минус 20 до плюс 50 °С) относительно нормальных условий, % – при изменении относительной влажности до 95 % при температуре 35°С и более низких температурах без конденсации влаги относительно нормальных условий, % – при изменении напряженности постоянного и переменного сетевой частоты магнитного поля до 400 А/м относительно нормальных условий, % – при воздействии синусоидальных вибраций в диапазоне от 10 до 55 Гц, % – при воздействии одиночных механических ударов с пиковым ускорением 50 м/с ² , %	± 10 ± 10 ± 10 ± 5 ± 5
Габаритные размеры, мм, не более – БОИ; – БДКГ-04; – БДКГ-05; – БДКГ-11; – БДКГ-11М; – БДПА-01; – БДПБ-01; – БДКН-05; – адаптер ВТ-DU; – портативный компьютер; – контейнер спектрометра МКС-АТ6101Д	110 × 230 × 38 диаметр 61 × 205 диаметр 62 × 320 диаметр 78 × 350 диаметр 78 × 350 диаметр 87 × 205 диаметр 87 × 205 105 × 115 × 380 45 × 65 × 125 50 × 100 × 225 диаметр 130 × 480
Масса, кг, не более – БОИ – БДКГ-04 – БДКГ-05 – БДКГ-11 – БДКГ-11М – БДПА-01 – БДПБ-01 – БДКН-05 – адаптер ВТ-DU	0,80 0,50 1,20 1,90 1,70 0,55 0,65 3,50 0,25

Продолжение таблицы 2

Характеристика	Значение
– портативный компьютер	0,70
– контейнер спектрометра МКС-АТ6101Д	2,40

Знак утверждения типа

наносится:

- 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 титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки спектрометров указан в таблице 3.

Таблица 3

Наименование, тип	Количество	Примечание
Спектрометр МКС-АТ-6101		
Блок обработки информации	1	
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-05	1	
Блок детектирования альфа-излучения БДПА-01	1	Поставляется по заказу
Блок детектирования бета-излучения БДПБ-01	1	Поставляется по заказу
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел "Поверка"
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Спектрометр МКС-АТ-6101А		
Блок обработки информации	1	
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11	1	
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел "Поверка"
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Спектрометр МКС-АТ-6101В		
Блок обработки информации	1	
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11	1	
Блок детектирования альфа-излучения БДПА-01	1	Поставляется по заказу
Блок детектирования бета-излучения БДПБ-01	1	Поставляется по заказу
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел "Поверка"
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Спектрометр МКС-АТ-6101Д		
Блок обработки информации	1	
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11	1	Размещается в контейнере
Контейнер	1	С кабелем
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел "Поверка"
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Спектрометр МКС-АТ-6101С		
Портативный компьютер «Nautiz X7»	1	
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11М	1	

Продолжение таблицы 3

Наименование, тип	Количество	Примечание
Блок детектирования нейтронного излучения БДКН-05	1	Поставляется по заказу
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-04	1	Поставляется по заказу
Адаптер ВТ-DU	1	При поставке спектрометра с БДКГ-11М
	2	При поставке спектрометра с БДКГ-04 и БДКН-05
Комплект принадлежностей	1	Поставляется по заказу полностью или отдельные его части
Руководство по эксплуатации	1	Содержит раздел «Поверка»
Программное обеспечение «АТAS Scanner Mobile»	1	
Руководство оператора «АТAS Scanner Mobile»	1	
Программное обеспечение «GARM»	1	
Руководство оператора «GARM»	1	
Примечание – Допускается замена портативного компьютера «Nautiz X7» на другой с аналогичными техническими характеристиками		

Поверка

осуществляется по документу ТИАЯ.412155.002 МП «Спектрометры МКС-АТ6101. Методика поверки» (раздел 6 Руководства по эксплуатации «Поверка»), утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в июне 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 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 $\pm 6\%$;

- 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 80 до $2,0 \cdot 10^6$, 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 4π от $3 \cdot 10^5$ до $5 \cdot 10^7$ c^{-1} ; плотность потока нейтронов на расстоянии 1 м от источника $2,5 - 500$ $\text{c}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$. 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 8,4 мГр/ч с погрешностью не более $\pm 5\%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе: «Методика выполнения измерений экспрессным методом эффективной удельной активности природных радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th в строительных материалах, сырье, изделиях, отходах промышленного производства и горных породах, удельной активности ^{134}Cs , ^{137}Cs в сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства без предварительного отбора проб». МВИ.МН 2941-2014.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам МКС-АТ6101

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 Р 8.804-2012 «ГСИ. 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 «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 ВУ 100865348.018-2006 «Спектрометры МКС-АТ6101».

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

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

Ф.В. Булыгин

М.п.

«_____» _____ 2014 г.