

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП  
«Госстандарт Республики Беларусь» им. Д.И. Менделеева»

Н.И. Ханов

2009 г.

<p>Спектрометры МКС-АТ6101</p>	<p>Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № <u>32791-09</u> Взамен № <u>32791-06</u></p>
------------------------------------	--

Выпускаются по техническим условиям ТУ ВУ 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 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.

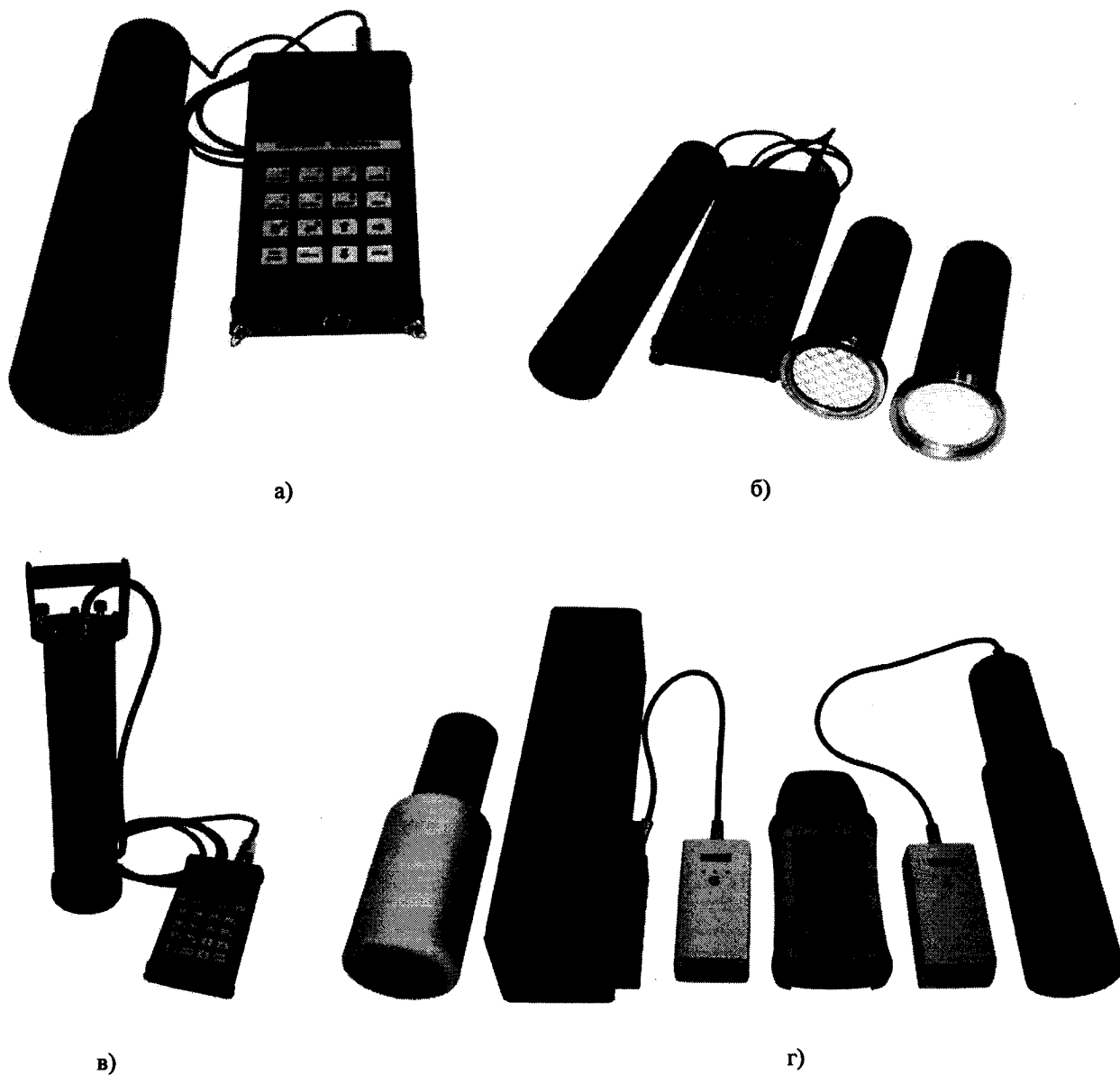


Рисунок 1

- 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 1	Значение 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 <sup>137</sup> 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 <sup>137</sup> 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 5·10 <sup>4</sup> с <sup>-1</sup>
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															
<p>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</p>	<p>±20 %                      от +35 до - 25 %                      ±20 %</p>															
<p>Диапазон измерения плотности потока альфа-частиц радионуклида <sup>239</sup>Pu, для МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с блоком детектирования БДПА-01</p>	<p>от 0,5 до 10<sup>5</sup> мин<sup>-1</sup>·см<sup>-2</sup></p>															
<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-частиц</p>	<p>±20 %</p>															
<p>Диапазон измерения плотности потока бета-частиц МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В с блоком детектирования БДПБ-01</p>	<p>от 3 до 5·10<sup>5</sup> мин<sup>-1</sup>·см<sup>-2</sup></p>															
<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц</p>	<p>±20 %</p>															
<p>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 <sup>90</sup>Sr + <sup>90</sup>Y (относительная чувствительность) соответственно:</p> <table border="0" data-bbox="200 946 729 1185"> <tr> <td><sup>14</sup>C</td> <td>E<sub>βmax</sub> = 156 кэВ</td> <td>0,27 ± 0,13</td> </tr> <tr> <td><sup>147</sup>Pm</td> <td>E<sub>βmax</sub> = 225 кэВ</td> <td>0,65 ± 0,20</td> </tr> <tr> <td><sup>60</sup>Co</td> <td>E<sub>βmax</sub> = 318 кэВ</td> <td>0,90 ± 0,27</td> </tr> <tr> <td><sup>204</sup>Tl</td> <td>E<sub>βmax</sub> = 763 кэВ</td> <td>1,25 ± 0,37</td> </tr> <tr> <td><sup>106</sup>Ru + <sup>106</sup>Rh</td> <td>E<sub>βmax</sub> = 39,4 кэВ (<sup>106</sup>Ru) E<sub>βmax</sub> = 3540 кэВ (<sup>106</sup>Rh)</td> <td>1,20 ± 0,36</td> </tr> </table>	<sup>14</sup> C	E <sub>βmax</sub> = 156 кэВ	0,27 ± 0,13	<sup>147</sup> Pm	E <sub>βmax</sub> = 225 кэВ	0,65 ± 0,20	<sup>60</sup> Co	E <sub>βmax</sub> = 318 кэВ	0,90 ± 0,27	<sup>204</sup> Tl	E <sub>βmax</sub> = 763 кэВ	1,25 ± 0,37	<sup>106</sup> Ru + <sup>106</sup> Rh	E <sub>βmax</sub> = 39,4 кэВ ( <sup>106</sup> Ru) E <sub>βmax</sub> = 3540 кэВ ( <sup>106</sup> Rh)	1,20 ± 0,36	
<sup>14</sup> C	E <sub>βmax</sub> = 156 кэВ	0,27 ± 0,13														
<sup>147</sup> Pm	E <sub>βmax</sub> = 225 кэВ	0,65 ± 0,20														
<sup>60</sup> Co	E <sub>βmax</sub> = 318 кэВ	0,90 ± 0,27														
<sup>204</sup> Tl	E <sub>βmax</sub> = 763 кэВ	1,25 ± 0,37														
<sup>106</sup> Ru + <sup>106</sup> Rh	E <sub>βmax</sub> = 39,4 кэВ ( <sup>106</sup> Ru) E <sub>βmax</sub> = 3540 кэВ ( <sup>106</sup> Rh)	1,20 ± 0,36														
<p>Чувствительность спектрометра МКС-АТ6101С к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника, не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– с БДКН-01</li> <li>– с БДКН-05</li> </ul>	<p>1,6 имп.·см<sup>2</sup>/нейтр.                      9 имп.·см<sup>2</sup>/нейтр.</p>															
<p>Уровень собственного фона спектрометра МКС-АТ6101С:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– с БДКН-01</li> <li>– с БДКН-05</li> </ul>	<p>от 0,002 до 0,055 с<sup>-1</sup>                      от 0,010 до 0,350 с<sup>-1</sup></p>															
<p>Время установления рабочего режима спектрометров</p>	<p>1 мин</p>															
<p>Время непрерывной работы спектрометров при автономном питании от блока аккумуляторов, встроенного в корпус БОИ, в нормальных условиях эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д</li> <li>– МКС-АТ6101С</li> </ul>	<p>не менее 12 ч                      не менее 9 ч</p>															
<p>Нестабильность энергетической характеристики преобразования спектрометров за время непрерывной работы</p>	<p>не превышает ± 1%</p>															
<p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования спектрометров:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур относительно нормальных условий</li> <li>– при изменении напряженности постоянного магнитного поля до 400 А/м относительно нормальных условий</li> </ul>	<p>±2 %                      ±2 %</p>															

Продолжение таблицы 2

1	2
<b>Габаритные размеры, мм, не более:</b>	
– БОИ	110×230×38
– БДКГ-05	Ø62×320
– БДКГ-11	Ø78×350
– БДПА-01	Ø87×205
– БДПБ-01	Ø87×205
– БДКН-01	Ø90×280
– БДКН-05	105×115×380
– адаптер BT-DU	45×65×125
– портативный компьютер «Recon»	50×100×225
– контейнер спектрометра МКС-АТ6101Д	Ø130×480
<b>Масса, кг, не более:</b>	
– 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
<b>Спектрометр МКС-АТ-6101</b>		
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
<b>Спектрометр МКС-АТ-6101А</b>		
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
<b>Спектрометр МКС-АТ-6101В</b>		
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
<b>Спектрометр МКС-АТ-6101Д</b>		
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 ВТ-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  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{139}\text{Ce}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{113}\text{Sn}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{228}\text{Th}$ , аттестованные по активности радионуклида в источнике с погрешностью не более  $\pm 6\%$ ;

- источники бета-излучения образцовые с радионуклидом  $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$  типов 4СО, 5СО, 6СО с площадью рабочей поверхности 40, 100 и 160  $\text{cm}^2$  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 образцовые с радионуклидом  $^{239}\text{Pu}$  типов 4П9, 5П9, 6П9 с площадью рабочей поверхности 40, 100 и 160  $\text{cm}^2$  соответственно, активностью от 25 до  $4,0 \cdot 10^5$  Бк, аттестованные по активности и потоку частиц с погрешностью не более  $\pm 6\%$ ;

- источники быстрых нейтронов плутоний бериллиевые типа ИБН с потоком быстрых нейтронов от источника в телесный угол  $4\pi$  от  $3 \cdot 10^5$  до  $5 \cdot 10^7 \text{ c}^{-1}$ ; 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  $^{137}\text{Cs}$ , аттестованная по мощности кермы в воздухе в диапазоне измерений от 0,025 мкГр/ч до 8,4 мГр/ч с погрешностью не более  $\pm 5\%$ .

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

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

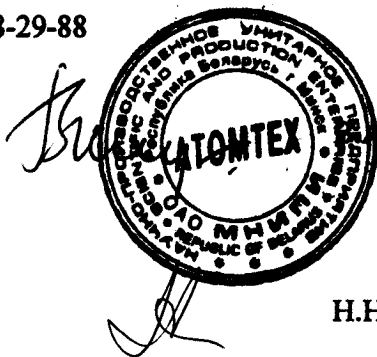
Тип спектрометров МКС-АТ6101 утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при ввозе по импорту, в эксплуатации и после ремонта согласно государственным поверочным схемам по ГОСТ 8.034-82, ГОСТ 8.033-96, ГОСТ 8.031-82.

Изготовитель:

УП «АТОМТЕХ», Республика Беларусь,  
220005, г. Минск, ул. Гикало, 5  
тел. +(375-17) 284-40-16  
факс (375-17) 292-81-42; 288-29-88  
E-mail: info@.atomtex.com

Директор УП «АТОМТЕХ»

И.о.руководителя отдела  
ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



А. Кожемякин

Н.Н. Моисеев