

# ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Республиканского унитарного  
предприятия "Белорусский  
государственный институт метрологии"

Н.А. Жагора

2014



*[Handwritten signature]*

Спектрометры МКС-АТ6101

Внесены в государственный реестр средств измерений

Регистрационный № *Р5 03 / 4 2755 13*

Выпускают по ТУ ВУ 100865348.018-2006.

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Спектрометры МКС-АТ6101 (далее – спектрометры) предназначены для измерений энергетического распределения гамма-излучения, мощности амбиентной 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 ядерных материалов, 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), блока обработки информации (БОИ) и портативного компьютера.

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 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 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 выпускают в модификациях, представленных в таблице 1

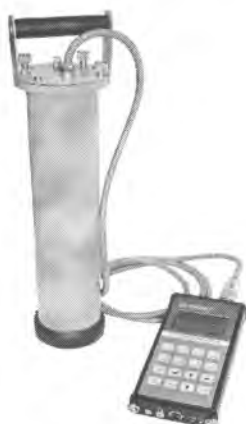


Таблица 1

Модификация	Назначение
1	2
МКС-АТ6101	Измерение энергетического распределения гамма-излучения
	Измерение мощности амбиентной дозы гамма-излучения
МКС-АТ6101	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
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

Схема с указанием места нанесения знака поверки (клейма-наклейки) приведена в приложении А.

Общий вид спектрометров представлен на рисунке 1.



а)



б)



в)





г)

Рисунок 1

- а) внешний вид спектрометра МКС-АТ6101Д;  
 б) внешний вид спектрометра МКС-АТ6101А;  
 в) внешний вид спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В;  
 г) внешний вид спектрометра МКС-АТ6101С.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные характеристики спектрометров представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика	Значение
1	2
Энергетическое распределение гамма-излучения в диапазонах энергий: – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В; – МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101Д; – МКС-АТ6101С с БДКГ-11М	от 20 до 1500 кэВ и от 40 до 3000 кэВ от 40 до 3000 кэВ от 20 до 3000 кэВ
Число каналов для измерения энергетического распределения гамма-излучения: – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д; – МКС-АТ6101С с БДКГ-11М	от 0 до 511 от 0 до 1023
Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования при измерении энергетического распределения гамма-излучения	$\pm 1 \%$
Относительное энергетическое разрешение для гамма-излучения радионуклида $^{137}\text{Cs}$ с энергией 662 кэВ: – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101С с БДКГ-11М; – МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д	не более 8,5 % не более 9,0 %
Эффективность регистрации в пике полного поглощения для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида $^{137}\text{Cs}$ точечного источника ОСГИ-3: – МКС-АТ6101; – МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101С; – МКС-АТ6101Д	(3,29 ± 0,65) % (7,32 ± 1,46) % (5,0 ± 1,0) %



Продолжение таблицы 2

1	2
<p>Максимальная входная статистическая нагрузка спектрометров при измерении энергетического распределения гамма-излучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д;</li> <li>– МКС-АТ6101С с БДКГ-11М</li> </ul>	<p>не менее <math>5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}</math> не менее <math>10^5 \text{ с}^{-1}</math></p>
<p>Диапазоны измерения мощности амбиентной дозы гамма-излучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– МКС-АТ6101: <ul style="list-style-type: none"> <li>• с БДКГ-05;</li> <li>• с УД БОИ</li> </ul> </li> <li>– МКС-АТ6101В: <ul style="list-style-type: none"> <li>• с БДКГ-11;</li> <li>• с УД БОИ</li> </ul> </li> <li>– МКС-АТ6101Д с БДКГ-11</li> <li>– МКС-АТ6101С: <ul style="list-style-type: none"> <li>• с БДКГ-11М;</li> <li>• с БДКГ-04</li> </ul> </li> </ul>	<p>от 0,01 до 300 мкЗв/ч от 1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч</p> <p>от 0,01 до 100 мкЗв/ч от 1 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч от 0,01 до 100 мкЗв/ч</p> <p>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><math>\pm 20 \%</math></p>
<p>Энергетическая зависимость чувствительности спектрометров при измерении мощности амбиентной дозы гамма-излучения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– МКС-АТ6101: <ul style="list-style-type: none"> <li>• с БДКГ-05 в диапазоне от 50 до 3000 кэВ;</li> <li>• с УД БОИ в диапазоне от 60 до 3000 кэВ;</li> </ul> </li> <li>– МКС-АТ6101В: <ul style="list-style-type: none"> <li>• с БДКГ-11 в диапазоне от 50 до 3000 кэВ;</li> <li>• с УД БОИ в диапазоне от 60 до 3000 кэВ;</li> </ul> </li> <li>– МКС-АТ6101Д с БДКГ-11;</li> <li>– МКС-АТ6101С: <ul style="list-style-type: none"> <li>• с БДКГ-11М в диапазоне от 50 до 3000 кэВ;</li> <li>• с БДКГ-04 в диапазоне от 15 до 60 кэВ в диапазоне от 60 до 3000 кэВ</li> </ul> </li> </ul>	<p><math>\pm 20 \%</math> + 35 % – 25 %</p> <p><math>\pm 20 \%</math> + 35 % – 25 %</p> <p><math>\pm 20 \%</math></p> <p><math>\pm 15 \%</math> <math>\pm 35 \%</math> <math>\pm 25 \%</math></p>
<p>Чувствительность спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05 к нейтронному излучению плутоний-бериллиевого источника, не менее</p>	<p><math>8,6 \pm 1,7 \text{ имп} \cdot \text{см}^2 / \text{нейтр}</math></p>
<p>Уровень собственного фона спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05</p>	<p>от 0,05 до 0,25 <math>\text{с}^{-1}</math></p>
<p>Диапазон измерения плотности потока альфа-частиц радионуклида <math>^{239}\text{Pu}</math> для МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В</p> <p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-частиц</p>	<p>от 0,5 до <math>10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}</math></p> <p><math>\pm 20 \%</math></p>
<p>Диапазон измерения плотности потока бета-частиц для МКС-АТ6101, МКС-АТ6101В</p> <p>Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц</p>	<p>от 3 до <math>5 \cdot 10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}</math></p> <p><math>\pm 20 \%</math></p>



Продолжение таблицы 2

1	2		
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 $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ (относительная чувствительность)	Радионуклид	$E_{\beta\text{max}}$ , кэВ	БДПБ-01
	$^{14}\text{C}$	156	0,40 ± 0,20
	$^{147}\text{Pm}$	225	0,65 ± 0,20
	$^{60}\text{Co}$	318	0,90 ± 0,27
	$^{204}\text{Tl}$	763	1,25 ± 0,37
	$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	546 ( $^{90}\text{Sr}$ )	1,00
		2274 ( $^{90}\text{Y}$ )	
	$^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$	39,4 ( $^{106}\text{Ru}$ )	1,20 ± 0,36
	h	3540 ( $^{106}\text{Rh}$ )	
Значения относительных коэффициентов чувствительности для типовых источников нейтронного излучения	Источник нейтронов с энергией, Ен		Относительный коэффициент чувствительности
	Тепловые, Ен=0,025 эВ		1,31 ± 0,26
	Cf-252, Ен=2,13 МэВ		1,7 ± 0,34
	Pu-α-Be, Ен=4,16 МэВ		1,00
Статическая чувствительность спектрометра МКС-АТ6101С с БДКН-05 в реальных условиях эксплуатации к нейтронному излучению источника Cf-252, находящегося на расстоянии 1,0 м от поверхности блока детектирования	не менее 20 имп·см <sup>2</sup> /нейтр		
Время установления рабочего режима спектрометров, не более	1 мин		
Время непрерывной работы спектрометров при автономном питании от встроенных аккумуляторов в нормальных условиях эксплуатации для: – МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д; – МКС-АТ6101С	не менее 12 ч не менее 10 ч		
Нестабильность градуировочной характеристики преобразования спектрометров за время непрерывной работы	не превышает ± 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 измерения 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	± 10 %		



## Продолжение таблицы 2

1	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>– при изменении относительной влажности до 95 % при температуре 35°C и более низких температурах без конденсации влаги относительно нормальных условий</li> <li>– при изменении напряженности постоянного и переменного сетевой частоты магнитного поля до 400 А/м относительно нормальных условий</li> <li>– при воздействии синусоидальных вибраций в диапазоне от 10 до 55 Гц</li> <li>– при воздействии одиночных механических ударов с пиковым ускорением 50 м/с<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>± 10 %</li> <li>± 10 %</li> <li>± 5 %</li> <li>± 5 %</li> </ul>
Габаритные размеры, не более <ul style="list-style-type: none"> <li>– БОИ;</li> <li>– БДКГ-04;</li> <li>– БДКГ-05;</li> <li>– БДКГ-11;</li> <li>– БДКГ-11М;</li> <li>– БДПА-01;</li> <li>– БДПБ-01;</li> <li>– БДКН-05;</li> <li>– адаптер ВТ-DU;</li> <li>– портативный компьютер;</li> <li>– контейнер спектрометра МКС-АТ6101Д</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>110 × 230 × 38 мм</li> <li>Ø61 × 205 мм</li> <li>Ø62 × 320 мм</li> <li>Ø78 × 350 мм</li> <li>Ø78 × 350 мм</li> <li>Ø87 × 205 мм</li> <li>Ø87 × 205 мм</li> <li>105 × 115 × 380 мм</li> <li>45 × 65 × 125 мм</li> <li>50 × 100 × 225 мм</li> <li>Ø130 × 480 мм</li> </ul>
Масса, не более <ul style="list-style-type: none"> <li>– БОИ</li> <li>– БДКГ-04</li> <li>– БДКГ-05</li> <li>– БДКГ-11</li> <li>– БДКГ-11М</li> <li>– БДПА-01</li> <li>– БДПБ-01</li> <li>– БДКН-05</li> <li>– адаптер ВТ-DU</li> <li>– портативный компьютер</li> <li>– контейнер спектрометра МКС-АТ6101Д</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0,80 кг</li> <li>0,50 кг;</li> <li>1,20 кг</li> <li>1,90 кг</li> <li>1,70 кг</li> <li>0,55 кг</li> <li>0,65 кг</li> <li>3,50 кг</li> <li>0,25 кг</li> <li>0,70 кг</li> <li>2,40 кг</li> </ul>

### ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

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 БДКГ-11М для спектрометра МКС-АТ6101С;
- на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.



## КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки спектрометров указан в таблице 3.

Таблица 3

Наименование, тип	Количество	Примечание
1	2	3
<b>Спектрометр МКС-АТ-6101</b>		
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
<b>Спектрометр МКС-АТ-6101А</b>		
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
<b>Спектрометр МКС-АТ-6101В</b>		
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
<b>Спектрометр МКС-АТ-6101Д</b>		
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



Продолжение таблицы 3

1	2	3
Спектрометр МКС-АТ-6101С		
Портативный компьютер «Nautiz X7»	1	
Блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11М	1	
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		

### ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

ТУ ВУ 100865348.018-2006 "Спектрометры МКС-АТ6101".

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

МРБ.МП 1524 – 2006 "Спектрометры МКС-АТ6101. Методика поверки", изменение «1» – для спектрометров с датой выпуска до 01.01.2014.

МРБ.МП 1524 – 2006 "Спектрометры МКС-АТ6101. Методика поверки", изменение «2» – для спектрометров с датой выпуска после 01.01.2014.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спектрометры МКС-АТ6101 соответствуют требованиям ТУ ВУ 100865348.018-2006, ГОСТ 27451-87.

Межповерочный интервал – не более 12 месяцев (для спектрометров, применяемых в сфере законодательной метрологии).

Научно-исследовательский испытательный центр БелГИМ,  
г. Минск, Старовиленский тракт, 93, тел. 334-98-13.  
Аттестат аккредитации № ВУ/112 02.1.0.0025.

**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

Директор УП «АТОМТЕХ»

С.В. Курганский

В.А. Кожемякин





**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)

Схема с указанием места нанесения знака поверки (клейма-наклейки)  
для спектрометров МКС-АТ6101, МКС-АТ6101А, МКС-АТ6101В, МКС-АТ6101Д

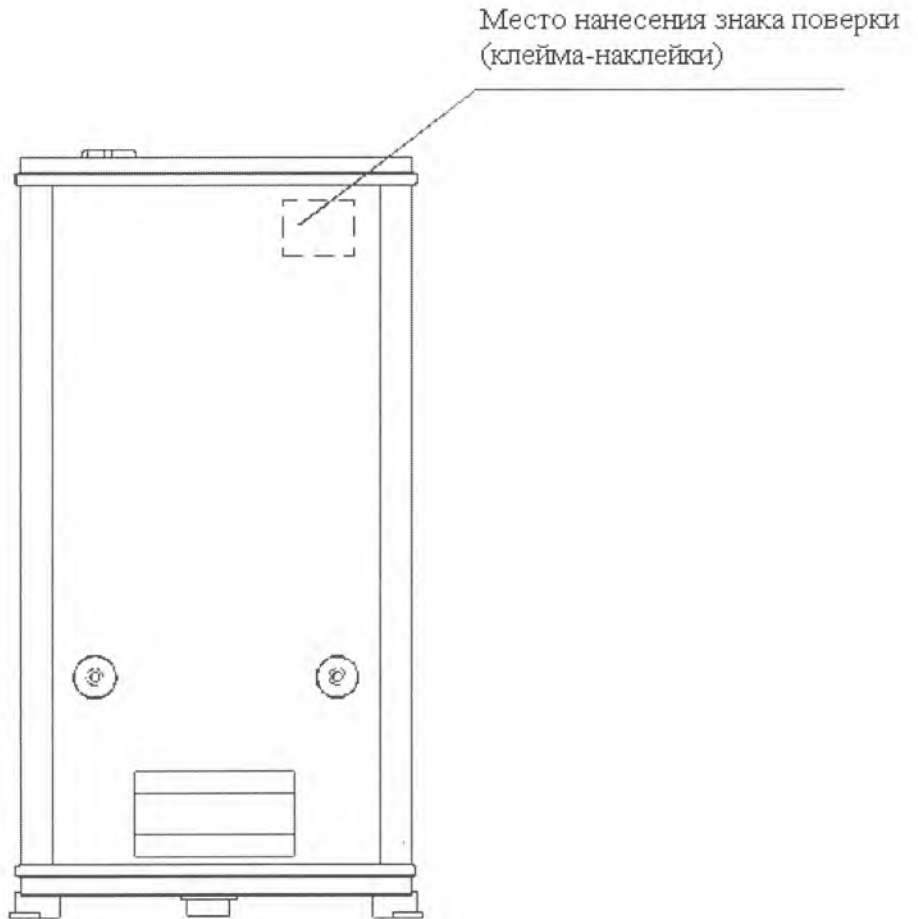


Рисунок А.1 – задняя панель блока обработки информации (БОИ)

Схема с указанием места нанесения знака поверки  
(клейма-наклейки) для спектрометров МКС-АТ6101С

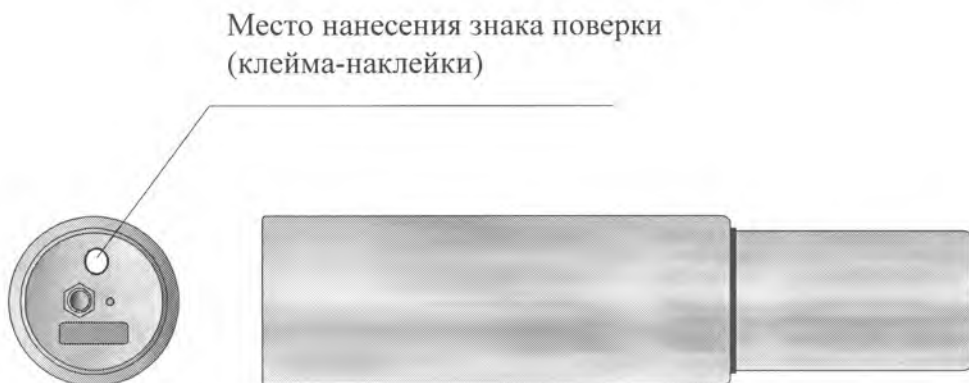


Рисунок А. 2 - блок детектирования гамма-излучения БДКГ-11М