

# ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Приложение к свидетельству  
№ 41348 об утверждении типа  
средств измерений



ОСВЯЩЕНО

С.Г. Рубайлов, директор ГЦИ СИ -

директор Центрального отделения

Федерального государственного метрологического

учреждения «ВНИИМ» им. Менделеева, С.Г. Рубайлов

2010 г.

Радиометры-спектрометры универсальные портативные «МКС-А»	Внесен в Государственный реестр средств измерений. Регистрационный № <u>17406-10</u> Взамен № <u>17406-05</u>
---	---

Выпускаются по техническим условиям ДЦКИ.411168.002 ТУ

## Назначение и область применения

Радиометры-спектрометры универсальные портативные МКС-А (далее по тексту – радиометры) включают в себя две модификации: МКС-А02 и МКС-А03 с различными вариантами исполнения. Радиометры предназначены: для поиска (обнаружение, локализация) радиоактивных материалов; измерения количественных характеристик ядерных излучений по альфа-, бета-, гамма- и нейтронному каналам, для идентификации гамма-излучающих радионуклидов путем обработки гамма-спектров; для хранения измеренных гамма-спектров для их возможной обработки на компьютере. Радиометры позволяют проводить измерения плотности потока альфа-, бета излучения, мощности амбиентного эквивалента дозы гамма- и нейтронного излучения.

Основные области применения радиометров:

- проходные и контрольно-пропускные пункты таможенного контроля, а также различных объектов хозяйственной деятельности и военного назначения - для обнаружения, поиска, локализации и идентификации несанкционированно перемещаемых делящихся и радиоактивных материалов в грузах, багаже, ручной клади и транспортных средствах;
- лаборатории служб внешней дозиметрии, экологические службы различных министерств и ведомств, радиологические лаборатории Госсанэпиднадзора, ветеринарных и сельскохозяйственных служб - для оперативного контроля различных объектов окружающей среды на содержание радионуклидов;

## Описание

В основу работы радиометров по гамма-каналу положен принцип преобразования энергии гамма-квантов в чувствительном объеме сцинтилляционного детектора в электрические импульсы пропорциональной амплитуды с последующей их регистрацией и анализом многоканальным амплитудным анализатором. Гамма-спектр является исходной информацией для идентификации гамма-излучающих радионуклидов, а также для расчета МАЭД гамма-излучения. Радиометры также могут иметь два встроенных детектора на <sup>3</sup>He-трубках для регистрации нейтронного излучения и внешний полупроводниковый детектор для регистрации альфа и бета излучения.

Радиометры предназначены для эксплуатации в лабораторных и полевых условиях. Условия эксплуатации радиометров соответствуют группе В2а ГОСТ 27451-87 с расширением диапазона в сторону низких температур до минус 20 °С, относительной влажности до 95 % при

температуре окружающего воздуха 35 °С. По устойчивости к воздействию вибрации радиометры соответствуют группе исполнения Л3 ГОСТ 27451-87.

Радиометры могут выпускаться в различных исполнениях. Общее название радиометров: «Радиометры-спектрометры универсальные портативные МКС-А02» и «Радиометры-спектрометры универсальные портативные МКС-А03». Примеры записи обозначения радиометров в соответствии с вариантами исполнения каждой модификации приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование и условное обозначение	Обозначение	Характеристика варианта исполнения по типу детекторов
1	2	3
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-1М	ДЦКИ.411168.007	Встроенные: - сцинтилляционный гамма детектор; - нейтронный детектор. Выносной: - альфа-бета-детектор БДС-АБ1.
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-2М	ДЦКИ.411168.008	Встроенный: - сцинтилляционный гамма детектор. Выносной: - альфа-бета-детектор БДС-АБ1.
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-3	ДЦКИ.411168.004	Встроенные: - сцинтилляционный гамма детектор; - нейтронный детектор.
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-4	ДЦКИ.411168.005	Встроенный: - сцинтилляционный гамма детектор.
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-1 (МКС-А03-1Н)	ДЦКИ.411168.009 (ДЦКИ.411168.009-04)	Встроенные: - сцинтилляционный гамма-детектор; - гамма-детектор на основе счетчика Гейгера- Мюллера; - нейтронный детектор. Выносные: - альфа-бета детектор БДС-АБ2 для МКС-А03-1; - детектор БДН-06М для МКС-А03-1Н.
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-1Е (МКС-А03-1ЕН)	ДЦКИ.411168.009-08 (ДЦКИ.411168.009-09)	Встроенные: - сцинтилляционный гамма-детектор; - гамма-детектор на основе счетчика Гейгера-Мюллера, - нейтронный детектор в экспортном исполнении. Выносные: - альфа-бета детектор БДС-АБ2 для МКС-А03-1Е; - БДН-06М для МКС-А03-1ЕН.
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-2 (МКС-А03-2Н)	ДЦКИ.411168.009-01 (ДЦКИ.411168.009-05)	Встроенные: - сцинтилляционный гамма-детектор; - гамма-детектор на основе счетчика Гейгера- Мюллера. Выносные: - альфа-бета детектор БДС-АБ2 для МКС-А03-2; - детектор БДН-06М для МКС-А03-2Н

Окончание таблицы

1	2	3
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-3 (МКС-А03-3Н)	ДЦКИ.411168.009-02 (ДЦКИ.411168.009-06)	Встроенные: - сцинтилляционный гамма детектор; - гамма-детектор на основе счетчика Гейгера- Мюллера; - нейтронный детектор. Выносной: - детектор БДН-06М для МКС-А03-3Н
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-3Е (МКС-А03-3ЕН)	ДЦКИ.411168.009-10 (ДЦКИ.411168.009-11)	Встроенные: - сцинтилляционный гамма детектор; - гамма-детектор на основе счетчика Гейгера- Мюллера; - нейтронный детектор в экспортном исполнении. Выносной: - детектор БДН-06М для МКС-А03-3ЕН.
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-4 (МКС-А03-4Н)	ДЦКИ.411168.009-03 (ДЦКИ.411168.009-07)	Встроенные: - сцинтилляционный гамма-детектор; - гамма-детектор на основе счетчика Гейгера- Мюллера Выносной: - детектор БДН-06М для МКС-А03-4Н.

Примечание - Возможна комплектация радиометров блоком детектирования нейтронного излучения БДН-06М с дополнением к условному обозначению радиометра буквы «Н», например: «МКС-А02-1Н», МКС-А03-1Н» и т. д.

Гамма-канал состоит из сцинтилляционного детектора, фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), усилителя-формирователя, управляемого высоковольтного преобразователя, светодиодной системы стабилизации. Сцинтилляционный детектор выполнен на основе кристалла NaI(Tl). Световые вспышки, образующиеся в кристалле при прохождении ядерного излучения, регистрируются ФЭУ, усиливаются, формируются и подаются на вход амплитудно-цифрового преобразователя (АЦП). АЦП взаимодействует с микропроцессорной системой, в энергонезависимой памяти которой формируется спектр регистрируемого излучения.

Стабилизация гамма-канала осуществляется по реперному пику, образующемуся в гамма-спектре при засветке ФЭУ световыми импульсами от специального светодиода.

Нейтронный канал содержит два детектора в виде трубок с газом He-3 под давлением 8 атмосфер, помещенных в замедлитель из полиэтилена. Один из детекторов закрыт экраном из кадмия. Детекторы работают в пропорциональном режиме. Сигналы с детекторов отдельно усиливаются, дискриминируются и поступают на счетчики микропроцессора. В радиометрах предусмотрена возможность подключения внешнего детектора нейтронного излучения.

Предусмотрена работа радиометров в трех основных режимах: спектрометрическом, поисковом и радиометрическом.

В спектрометрическом режиме радиометры позволяют осуществлять накопление гамма-спектров, выводить полученные спектры на жидкокристаллический дисплей, выполнять энергетическую калибровку, идентификацию изотопов и другие функции по обработке спектров предусмотренные программой, занесенной в постоянное запоминающее устройство ПЗУ.

В поисковом режиме радиометры фиксируют превышение скорости счета в заданных энергетических диапазонах гамма спектра, а так же - по нейтронному каналу - над соответствующими фоновыми значениями с учетом статистической значимости получаемых величин. Превышение индицируется на жидкокристаллическом дисплее, подтверждается светодиодным индикатором и звуковым сигналом.

В радиометрическом режиме производится подсчет мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения путем с помощью программы пересчета спектр-доза, хранящейся в ПЗУ прибора. Подсчет плотности потока и МАЭД нейтронного излучения производится микроконтроллером прибора путем деления набранной за определенное время счетной ин-

формации на соответствующие калибровочные коэффициенты. Для определения величин плотностей потоков альфа- и бета-излучения используется детектор БДС-АБ2. Разделение альфа и бета- каналов производится путем амплитудной дискриминации и по форме импульса. Подсчет плотностей потоков альфа- и бета-излучения производится путем обработки спектра, накопленного от детектора при помощи программы пересчета, хранящейся в ПЗУ прибора путем умножения интегрального счета по соответствующему каналу на калибровочные коэффициенты, хранящиеся в энергонезависимой памяти прибора.

Через стандартный последовательный порт RS-232 возможен обмен данными с компьютером и управление радиометрами.

Питание радиометров производится как от встроенных аккумуляторов, так и от сети переменного тока (от 110 до 240 В, от 50 до 60 Гц) через прилагаемый адаптер. Этот же адаптер используется для зарядки аккумуляторов.

### Основные технические характеристики

Радиометры обеспечивают измерение характеристик, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Условное обозначение	Измеряемая характеристика				
	Плотность потока альфа-частиц	Плотность потока бета-частиц	МАЭД гамма-излучения	МАЭД нейтронного излучения от источника $^{239}\text{Pu}-\alpha\text{-Be}$	МАЭД нейтронного излучения в диапазоне энергий от $1 \times 10^{-3}$ до 14 МэВ
МКС-А02-1М	+	+	+	+	-
МКС-А02-2М	+	+	+	-	-
МКС-А02-3	-	-	+	+	-
МКС-А02-4	-	-	+	-	-
МКС-А03-1	+	+	+	+	-
МКС-А03-1Е	+	+	+	+	-
МКС-А03-2	+	+	+	-	-
МКС-А03-3	-	-	+	+	-
МКС-А03-3Е	-	-	+	+	-
МКС-А03-4	-	-	+	-	-
МКС-А03-1Н	+	+	+	+	+
МКС-А03-1ЕН	+	+	+	+	+
МКС-А03-2Н	+	+	+	-	+
МКС-А03-3Н	-	-	+	+	+
МКС-А03-3ЕН	-	-	+	+	+
МКС-А03-4Н	-	-	+	-	+

Примечание - Знаком "+" отмечены характеристики, измеряемые радиометром в данном исполнении. Знаком "-" отмечены характеристики, не измеряемые радиометром в данном исполнении.

Диапазон измерения, диапазон энергий и предельные значения основной относительной погрешности радиометров для каждого вида ионизирующего излучения соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Вид излучения (Тип детектора)	Измеряемая характеристика	Диапазон измерения	Диапазон энергий регистрируемого излучения или нуклид	Предел допускаемой основной относительной погрешности, % <sup>1)</sup>
Альфа (БДС-АБ1, БДС-АБ2)	Плотность потока, см <sup>-2</sup> мин <sup>-1</sup>	от 1 до 10 <sup>1</sup> от 10 <sup>1</sup> до 5·10 <sup>3</sup>	от 3 до 10 МэВ	±40 ±20
Бета (БДС-АБ1, БДС-АБ2)	Плотность потока, см <sup>-2</sup> мин <sup>-1</sup>	от 2 до 2·10 <sup>1</sup> ; от 2·10 <sup>1</sup> до 5·10 <sup>3</sup>	от 0,3 до 3 МэВ максимального значения энергий бета-спектра	±40 ±20
Гамма (сцинтилляционный детектор МКС-А02)	МАЭД, мкЗв/ч	от 0,1 до 10 от 0,1 до 100	от 0,05 до 0,3 МэВ от 0,3 до 3 МэВ	±20
Гамма (сцинтилляционный детектор МКС-А03 и детектор на основе счетчика Гейгера-Мюллера)	МАЭД, мкЗв/ч	от 0,1 до 10 от 0,1 до 100 от 100 до 1·10 <sup>4</sup>	от 0,05 до 0,3 МэВ от 0,3 до 3 МэВ от 0,05 до 3 МэВ	±20 ±20 ±30
Нейтронное излучение (встроенный детектор)	МАЭД, мкЗв/ч	от 1 до 10 <sup>3</sup>	Источник <sup>239</sup> Pu-α-Be	±[40+20/Ḣ × (10)] <sup>2)</sup>
Нейтронное излучение (встроенный детектор в экспортном исполнении)	МАЭД, мкЗв/ч	от 1 до 10 <sup>3</sup>	Источник <sup>239</sup> Pu-α-Be	±[40+20/Ḣ × (10)] <sup>2)</sup>
Нейтронное излучение (детектор БДН-06М)	МАЭД, мкЗв/ч	от 0,1 до 1·10 <sup>4</sup>	от 1·10 <sup>-3</sup> до 14	±[30+20/Ḣ × (10)] <sup>2)</sup>
Примечания				
<sup>1)</sup> Ḣ × (10) - измеренное значение МАЭД в мкЗв/ч				
<sup>2)</sup> При измерении по Pu-α-Be источнику				

В режиме спектрометра радиометры позволяют получать статистическое распределение зарегистрированных гамма-квантов в энергетическом диапазоне (спектр) и проводить идентификацию гамма-излучающих радионуклидов в соответствии с хранящейся во внутренней памяти библиотекой радионуклидов, которая может редактироваться и записываться в прибор через внешний IBM-совместимый компьютер.

Значения минимальных обнаруживаемых радиометром активностей источников гамма-излучения в поисковом режиме при интенсивности фона не более 25 мкР/ч, на расстоянии 0,2 м, при движении прибора со скоростью (0,5±0,05) м/с, соответствуют данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4

Источник излучения	Минимальная обнаруживаемая активность источника, кБк (мкКи)
<sup>133</sup> Ba	55 (1,5) ±11 (0,3)
<sup>137</sup> Cs	100 (2,7) ±20 (0,54)
<sup>60</sup> Co	50 (1,35) ±10 (0,27)

Значение минимально обнаруживаемого радиометрами (кроме радиометров со встроенным нейтронным детектором в экспортном исполнении МКС-А03-1Е, МКС-А03-3Е) потока нейтронов от источника нейтронного излучения Cf-252 в поисковом режиме на расстоянии 0,2 м при движении радиометра со скоростью  $(0,5 \pm 0,05)$  м/с составляет не более  $(6,0 \pm 1,2) \cdot 10^3$  с<sup>-1</sup>.

Значение минимально обнаруживаемого радиометрами со встроенным нейтронным детектором в экспортном исполнении (МКС-А03-1Е, МКС-А03-3Е) потока нейтронов от источника нейтронного излучения Cf-252 в поисковом режиме, на расстоянии 0,2 м за время экспозиции 5 с составляет не более  $(2 \pm 0,6) \cdot 10^4$  с<sup>-1</sup>.

Радиометры с БДН-06М имеют чувствительность к нейтронному излучению не менее 0,4 (имп/с)/(мкЗв/ч). Энергетическая зависимость чувствительности для набора типовых спектров (спектр Pu-α-Be, <sup>252</sup>Cf, спектры этих источников, размещенных в контейнере-коллиматоре установки УКПН-1М, спектры рассеянного в помещении излучения радионуклидных источников) не превышает значение  $\pm 40$  %.

Частота ложных срабатываний радиометров в поисковом режиме не более одного ложного срабатывания:

- за 1 мин непрерывной работы радиометров по гамма-каналу;
- за 10 минут непрерывной работы радиометров по нейтронному каналу;
- за 1 час непрерывной работы по нейтронному каналу для радиометров МКС-А03 в экспортном исполнении.

Относительное энергетическое разрешение радиометра-спектрометра по линии гамма-излучения с энергией 662 кэВ (Cs-137), %, не более ..... 8

Диапазон регистрируемых энергий гамма спектра, МэВ .....от 0,050 до 3

Интегральная нелинейность спектрометра, % .....  $\pm 1$

Максимальная входная статистическая нагрузка по гамма каналу, имп/с, не более ...  $5 \cdot 10^4$

Число каналов АЦП .....1024

Количество сохраняемых 1024-канальных спектров, не менее .....100

Температурная нестабильность характеристики преобразования, не более %/°С.....0,1

Время непрерывной работы

- при питании от сети ~220 В, 50 Гц.....24

- от встроенных аккумуляторов, ч, не менее ..... 16

Время установления рабочего режима:

– при работе в режиме идентификации, мин, не более .....30

– при работе в остальных режимах, мин, не более .....2

Диапазон рабочих температур, °С ..... от минус 20 до плюс 50

Влажность окружающего воздуха при 35 °С, % .....95

Потребляемая мощность от сети, В·А, не более ..... 15

Средняя наработка на отказ, ч, не менее ..... 10000

Габаритные размеры МКС-А и масса составных частей приведены в таблице 5.

Таблица 5

Условное обозначение	Габаритные размеры, мм, не более		Масса, кг, не более
	длина×ширина×высота	диаметр×высота	
МКС-А02	310×160×135		3,6
МКС-А03	280×130×181		3
Адаптер сетевой	60×160×40		0,5
БДС-АБ1	350×160×80		1
БДС-АБ2	250×110×180		0,7
БДН-06М		234×284	6,1
Устройство калибровочное (Th-232)		60×20	0,078
Устройство зарядки и ка- либровки	299×138×92		1,1

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится графически или специальным штампом на титульном листе паспорта на радиометр и методом сеткографии на лицевой стороне радиометра.

### Комплектность

В комплект поставки радиометров должны входить устройства, изделия и эксплуатационная документация, указанные в таблице 6.

Таблица 6

Наименование	Обозначение	Количество на исполнение МКС-А02-				Количество на исполнение МКС-А03-			
		1М	2М	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02 (с комплектом аккумуляторов)	См. таблицу 1	1	1	1	1	-	-	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03	См. таблицу 1	-	-	-	-	1	1	1	1
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03 (с нейтронным каналом экспортного исполнения)	См. таблицу 1	-	-	-	-	1	-	-	1
Блок детектирования БДС-АБ1	ДЦКИ.418241.004	1	1	-	-	-	-	-	-
Блок детектирования БДС-АБ2	ДЦКИ.418241.006	-	-	-	-	1	1	-	-

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Блок детектирования нейтронного излучения БДН-06М <sup>1)</sup>	ДЦКИ.418252.004	1	1	1	1	1	1	1	1
Адаптер сетевой SA-3104	-	1	1	1	1	-	-	-	-
Адаптер сетевой	ДЦКИ.436234.053	-	-	-	-	1	1	1	1
Устройство калибровочное <sup>2)</sup>	ДЦКИ.418234.001	1	1	1	1	-	-	-	-
Устройство зарядки и калибровки	ДЦКИ.436434.001	-	-	-	-	1	1	1	1
Сумка для переноски	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Кабель интерфейсный RS-232	ДЦКИ.685621.077	1	1	1	1	1	1	1	1
Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ДЦКИ.411168.002 ВЭ		1	1	1	1	-	-	-	-
Ведомость эксплуатационных документов	ДЦКИ.411168.002 ВЭ	1	1	1	1	-	-	-	-
Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ДЦКИ.411168.009 ВЭ		-	-	-	-	1	1	1	1
Ведомость эксплуатационных документов	ДЦКИ.411168.009 ВЭ	-	-	-	-	1	1	1	1
Комплект программного обеспечения для компьютера на носителе данных		1	1	1	1	1	1	1	1

Примечания

1 <sup>1)</sup> Блок детектирования БДН-06М входит в комплект поставки радиометров с условными обозначениями согласно примечанию к таблице 1.

2 <sup>2)</sup> Устройство калибровочное ДЦКИ.418234.001 поставляется по согласованию с заказчиком в соответствии с картой заказа или договором на поставку.

**Поверка**

Поверка радиометров осуществляется в соответствии с документом Методика поверки, согласованной ФГУ «Менделеевский ЦСМ» Центральное отделение в октябре 2010 г.

Основное оборудование для поверки - комплект ОСГИ-3, альфа-источники типа 6П9, бета-источники типа 6СО установки типа УКПН и УПДГ.

Межповерочный интервал – 1 год.



## Нормативные документы

Таблица 7

Обозначение	Наименование
ГОСТ 8.033-96	ГСМ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников
ГОСТ 8.070-96	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений поглощенной и эквивалентной доз и мощности поглощенной и эквивалентной доз фотонного и электронного излучений
ГОСТ 27451-87	Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия
ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия
ГОСТ 26874-86	Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерений основных параметров
ГОСТ 28271-89	Приборы радиометрические и дозиметрические. Общие технические требования и методы испытаний
ДЦКИ.411168.002 ТУ	Радиометры-спектрометры универсальные портативные «МКС-А». Технические условия
НРБ-99	Нормы радиационной безопасности.
ОСП 72/80	Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений

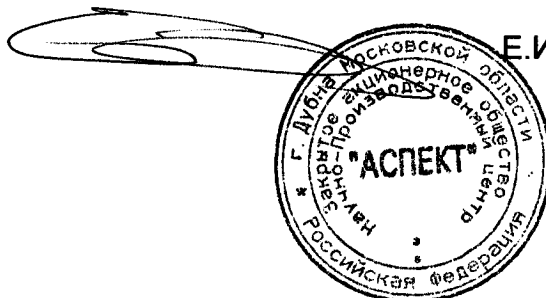
### Заключение

Радиометры-спектрометры универсальные портативные «МКС-А» утверждены с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечены при выпуске из производства и в эксплуатации согласно поверочным схемам ГОСТ 8.033-96 и ГОСТ 8.070-96.

Изготовитель:

Закрытое акционерное общество «Научно-производственный центр «АСПЕКТ»»,  
Россия, 141980, г. Дубна Московской области, ул. Жолио-Кюри д. 6, тел/факс: (09621) 65108.

Генеральный директор  
ЗАО «НПЦ «АСПЕКТ»»



Е.И. Зайцев