

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Зам. руководителя ГЦИ СИ
директор Центрального отделения
ФГУ «Менделеевский ЦСМ»

А.А. Зажигай

«20» 1.12.2008 г.

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

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 с целью их возможной последующей обработки на компьютере. Радиометры позволяют проводить измерения плотности потока альфа-, бета-излучения, мощности эквивалентной дозы гамма- и нейтронного излучения.

Основные области применения радиометров:

- проходные и контрольно-пропускные пункты таможенного контроля, а также различных объектов народнохозяйственного 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 МЭД гамма-излучения. Радиометры также могут иметь два встроенных детектора на ³Не-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
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	Встроенные: сцинтилляционный гамма-детектор; гамма-детектор на основе счетчика Гейгера; нейтронный детектор Выносной: альфа-бета детектор БДС-АБ2
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-2 МКС-А03-2Н*	ДЦКИ.411168.009-01	Встроенные: сцинтилляционный гамма-детектор; гамма-детектор на основе счетчика Гейгера Выносной: альфа- бета детектор БДС-АБ2
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-3 МКС-А03-3Н*	ДЦКИ.411168.009-02	Встроенные: сцинтилляционный гамма детектор; гамма-детектор на основе счетчика Гейгера; нейтронный детектор
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-4 МКС-А03-4Н*	ДЦКИ.411168.009-03	Встроенные: сцинтилляционный гамма-детектор; гамма-детектор на основе счетчика Гейгера
* Комплектация радиометров МКС-А03 блоком детектирования нейтронного излучения БДН-06М.		

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 ^3He 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 радиометрах 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 ПЗУ.

В поисковом режиме радиометры фиксируют превышение скорости счета в заданных энергетических диапазонах гамма спектра, а также 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 эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения путем с помощью программы пересчета спектр-доза, хранящейся в ПЗУ прибора. Подсчет плотности потока и МЭД нейтронного излучения производится микроконтроллером прибора путем деления набранной за определенное время счетной информации на соответствующие калибровочные коэффициенты. Для определения величин плотностей потоков альфа и бета излучения используется детектор БДС-АБ1, 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 (110...240 В, 50...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	МЭД гамма-излучения	МЭД нейтронного излучения от источника $^{239}\text{Pu}-\alpha\text{-Be}$	МЭД нейтронного излучения в диапазоне энергий от $1 \cdot 10^{-3}$ до 14 МэВ
МКС-А02-1М	+	+	+	+	-
МКС-А02-2М	+	+	+	-	-
МКС-А02-3	-	-	+	+	-
МКС-А02-4	-	-	+	-	-
МКС-А03-1	+	+	+	+	-
МКС-А03-2	+	+	+	-	-
МКС-А03-3	-	-	+	+	-
МКС-А03-4	-	-	+	-	-
МКС-А03-1Н	+	+	+	+	+
МКС-А03-2Н	+	+	+	-	+
МКС-А03-3Н	-	-	+	+	+
МКС-А03-4Н	-	-	+	-	+

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

Диапазон измерений, 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 измерений	Диапазон энергий регистрируемого излучения или нуклид	Предел допускаемой основной относительной погрешности, %
1	2	3	4	5
Альфа (БДС-АБ1, БДС-АБ2)	Плотность потока, $\text{см}^{-2}\text{мин}^{-1}$	от 1 до 10^1 от 10^1 до $5 \cdot 10^3$	от 3 до 10 МэВ	± 40 ± 20
Бета (БДС-АБ1, БДС-АБ2)	Плотность потока, $\text{см}^{-2}\text{мин}^{-1}$	от 2 до $2 \cdot 10^1$ от $2 \cdot 10^1$ до $5 \cdot 10^3$	от 0,3 до 3 МэВ (макс. значения энергий бета-спектра)	± 40 ± 20

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
Гамма (сцинтилляционный детектор) МКС-А02	МЭД, 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 и детектор на основе счетчика Гейгера) МКС-А03	МЭД, мкЗв/ч	от 0,1 до 100 от 100 до 1·10 ⁴	от 0,05 до 0,3 МэВ	±20 ±30
Нейтронное излучение (встроенный детектор)	МЭД, мкЗв/ч	от 1 до 10 ³	Источник ²³⁹ Pu-α-Be	±[40+20/Н*(10)] ¹⁾
Нейтронное излучение (детектор БДН-06М)	МЭД, мкЗв/ч	от 0,1 до 1·10 ⁴	от 1·10 ⁻³ до 14	±[30+20/Н*(10)] ¹⁾

¹⁾ Н*(10) – измеренное значение МЭД в мкЗв/ч.

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 для МКС-А02 и в режиме «Монитор» для МКС-А03 с вероятностью 0,5 при доверительной вероятности 95 % 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)
¹³³ Ba	55 (1,5) ±11 (0,3)
¹³⁷ Cs	100 (2,7) ±20 (0,54)
⁶⁰ Co	50 (1,35) ±10 (0,27)

Значение минимально обнаруживаемого радиометром потока нейтронов от источника нейтронного излучения ²⁵²Cf в поисковом режиме для МКС-А02 и в режиме «Монитор» для МКС-А03 с вероятностью 0,5 при доверительной вероятности 95 % на расстоянии 0,2 м при движении прибора со скоростью (0,5±0,05) м/с составляет не более (6,0±1,2)·10³ с⁻¹.

Частота ложных срабатываний радиометра в поисковом режиме для МКС-А02 и в режиме «Монитор» для МКС-А03 по гамма- и нейтронному каналам - не более одного ложного срабатывания за 10 минут непрерывной работы прибора.

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, % ± 1 ;
 максимальная входная статистическая загрузка по гамма-каналу, имп./с, не более $5 \cdot 10^4$;
 число каналов АЦП 1024;
 количество сохраняемых 1024-канальных спектров, не менее 1000;
 температурная нестабильность характеристики преобразования %/°С, не более ... 0,1;
 время непрерывной работы от встроенных аккумуляторов, ч, не менее 16;
 время установления рабочего режима:
 при работе в режиме идентификации, мин, не более 1000;
 при работе в остальных режимах, мин, не более 2;
 диапазон рабочих температур, °С от минус 20 до плюс 50;
 потребляемая мощность от сети, В·А, не более 15;
 средняя наработка на отказ, ч, не менее 4000.

Габаритные размеры МКС-А03 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	350×160×89		1
БДС-АБ2	350×160×89		1
Блок БДН-06М		234×284	6,1
Устройство зарядки и калибровки	299×138×92		1,1
Устройство калибровочное (Th-232)		60×20	0,078

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится графически или специальным штампом на титульном листе паспортов радиометров и методом сеткографии на лицевой стороне радиометров.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки радиометров входят 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
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02 (с комплектом аккумуляторов)	См. таблицу 1	1	1	1	1	-	-	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03 (с комплектом аккумуляторов)	См. таблицу 1					1	1	1	1
Блок детектирования БДС-АБ1	ДЦКИ.418241.004	1	1	-	-	-	-	-	-
Блок детектирования БДС-АБ2	ДЦКИ.418241.006	-	-	-	-	1	1	-	-
Блок детектирования нейтронного излучения БДН-06М ¹⁾	ДЦКИ.418252.004	-	-	-	-	1	1	1	1
Адаптер сетевой SA-3104	-	1	1	1	1	-	-	-	-
Адаптер сетевой	ДЦКИ.436234.053	-	-	-	-	1	1	1	1
Устройство калибровочное ²⁾	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
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02 Руководство по эксплуатации	ДЦКИ.411168.002 РЭ	1	1	1	1	-	-	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03 Руководство по эксплуатации	ДЦКИ.411168.009 РЭ	-	-	-	-	1	1	1	1
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-1М. Паспорт	ДЦКИ.411168.007 ПС	1	-	-	-	-	-	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-2М. Паспорт	ДЦКИ.411168.008 ПС	-	1	-	-	-	-	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-3. Паспорт	ДЦКИ.411168.004 ПС	-	-	1	-	-	-	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-4. Паспорт	ДЦКИ.411168.005 ПС	-	-	-	1	-	-	-	-

Окончание таблицы 6

Наименование	Обозначение	Количество на исполнение МКС-А02-				Количество на исполнение МКС-А03-			
		1М	2М	3	4	1	2	3	4
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-1. Паспорт	ДЦКИ.411168.009 ПС	-	-	-	-	1	-	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-2. Паспорт	ДЦКИ.411168.009-01 ПС	-	-	-	-	-	1	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-3. Паспорт	ДЦКИ.411168.009-02 ПС	-	-	-	-	-	-	1	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03-4. Паспорт	ДЦКИ.411168.009-03 ПС	-	-	-	-	-	-	-	1
Радиометры-спектрометры универсальные портативные МКС-А02. Руководство оператора	ДЦКИ.411168.002 РО	1	1	1	1	-	-	-	-
Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А03. Руководство оператора	ДЦКИ.411168.009 РО	-	-	-	-	1	1	1	1
Комплект программного обеспечения для компьютера на CD		1	1	1	1	1	1	1	1
¹⁾ Блок детектирования БДН-06М входит в комплект поставки радиометров с условными обозначениями согласно таблице 1. ²⁾ Устройство калибровочное ДЦКИ.418234.001 поставляется по согласованию с заказчиком в соответствии с картой заказа или договором на поставку.									

ПОВЕРКА

Поверка осуществляется в соответствии с методиками поверки, приведенными в руководствах по эксплуатации ДЦКИ.411168.002 РЭ для модификации МКС-А02 и ДЦКИ.411168.009РЭ для модификации МКС-А03, согласованного Центральным отделением ФГУ «Менделеевский ЦСМ» (ЦО ФГУ «Менделеевский ЦСМ»).

Межповерочный интервал – один год.

Основное оборудование для поверки – комплект ОСГИ, альфа-источники типа 6П9, бета-источники типа 6С0, установки типа УКПН и УПДГ.

НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение	Наименование
ГОСТ 8.033-96	Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников
ГОСТ 8.070-96	Государственная система обеспечения единства измерений. 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 носимые. Общие технические требования и методы испытаний
ДЦКИ.411168.002 ТУ	Радиометры-спектрометры универсальные портативные «МКС-А». Технические условия
НРБ-99 СПОРБ-99	Нормы радиационной безопасности. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип радиометры-спектрометры универсальные портативные «МКС-А» утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, включен в действующую государственную поверочную схему и метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Закрытое акционерное общество
«Научно-производственный центр «АСПЕКТ»»
(ЗАО «НПЦ «АСПЕКТ»»)
Россия, 141980, Московская обл., г. Дубна, Векслера, д. 6, тел./факс: (09621) 65108.

Генеральный директор
ЗАО «Научно-производственный центр «АСПЕКТ»»



(Handwritten signature)
Ю.К. Педачин
» 200 г.