

Директор Менделеевского центра  
стандартизации метрологии и сертификации



Н.В. Завьялов.

2000г

*Завьялов*

|   |  |
|---|--|
| <p><b>РАДИОМЕТРЫ-СПЕКТРОМЕТРЫ<br/>УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ</b></p> <p><b>“МКС-А02”</b></p> | <p>Внесен в Государственный реестр средств измерений.</p> <p>Регистрационный № <u>17406-00</u></p> <p>Взамен № <u>17406-98</u></p> |
|---|--|

Выпускаются по техническим условиям ДДКИ.411168.002 ТУ

### Назначение и область применения

РАДИОМЕТРЫ-СПЕКТРОМЕТРЫ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПОРТАТИВНЫЕ МКС-А02, далее по тексту - РАДИОМЕТРЫ, предназначены для поиска (обнаружение, локализация) радиоактивных материалов, измерения количественных характеристик ядерных излучений по альфа, бета, гамма и нейтронному каналам, идентификации гамма-излучающих радионуклидов путем обработки гамма-спектров, хранение измеренных гамма-спектров для их возможной 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 <sup>3</sup>He-трубках для регистрации нейтронного излучения, внешний полупроводниковый и сцинтилляционный детекторы 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 L3 ГОСТ 27451-87.

РАДИОМЕТРЫ могут выпускаться в различных исполнениях. Общее название РАДИОМЕТРОВ: «Радиометры-спектрометры универсальные портативные “МКС-А02”». Примеры записи обозначения РАДИОМЕТРОВ в соответствии с различными модификациями изделия приведены в табл.1.

Таблица.1

| Наименование   | Обозначение     | Вариант исполнения системы   |
|--|-----------------|--|
| Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-1  | ДЦКИ.411168.002 | встроенные гамма и нейтронный детекторы, выносной альфа и бета-детектор БДК-АБ1. |
| Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-1М | ДЦКИ.411168.007 | встроенные гамма и нейтронный детекторы, выносной альфа и бета-детектор БДС-АБ1. |
| Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-2  | ДЦКИ.411168.003 | встроенный гамма-детектор, выносной альфа и бета- детектор БДК-АБ1.              |
| Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-2М | ДЦКИ.411168.008 | встроенный гамма-детектор, выносной альфа и бета- детектор БДС-АБ1.              |
| Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-3  | ДЦКИ.411168.004 | встроенные гамма и нейтронный детекторы  |
| Радиометр-спектрометр универсальный портативный МКС-А02-4  | ДЦКИ.411168.005 | встроенный гамма-детектор  |

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, образуемому 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 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 эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения путем с помощью программы пересчета спектр-доза, хранящейся в ПЗУ прибора. Подсчет 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 используются детекторы БДК-АБ1 и БДС-АБ1. 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...240В, 50...60Гц) через прилагаемый адаптер. Этот же адаптер используется для зарядки аккумуляторов.

## Основные технические характеристики

РАДИОМЕТРЫ должны обеспечивать измерение:

Таблица 2.

| Модификация | Измеряемая величина           |                              |                     |                           |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|
|             | Плотность потока альфа-частиц | Плотность потока бета-частиц | МЭД гамма-излучения | МЭД нейтронного излучения |
| МКС-А02-1   | +                             | +                            | +                   | +                         |
| МКС-А02-1М  | +                             | +                            | +                   | +                         |
| МКС-А02-2   | +                             | +                            | +                   | -                         |
| МКС-А02-2М  | +                             | +                            | +                   | -                         |
| МКС-А02-3   | -                             | -                            | +                   | +                         |
| МКС-А02-4   | -                             | -                            | +                   | -                         |

Примечание. Знаком "+" отмечены параметры и характеристики, измеряемые РАДИОМЕТРОМ в данном исполнении. Знаком "-" отмечены параметры и характеристики, не измеряемые РАДИОМЕТРОМ в данном исполнении.

- Диапазон измерения, энергетический диапазон и предельные значения основной погрешности РАДИОМЕТРА для каждого вида ионизирующего излучения приведены в табл.3.

Таблица3

| Вид излучения (Тип детектора) | Измеряемая величина                                  | Диапазон измерения   | Энергетический диапазон измеряемого излучения или нуклид | Основная погрешность, % |
|-------------------------------|--|--|--|-------------------------|
| альфа (БДС-АБ1)               | плотность потока, см <sup>-2</sup> мин <sup>-1</sup> | 1...10 <sup>1</sup><br>10 <sup>1</sup> ...5*10 <sup>3</sup>                      | 3...10МэВ  | ±40<br>±20              |
| бета (БДС-АБ1)                | плотность потока, см <sup>-2</sup> мин <sup>-1</sup> | 2...2*10 <sup>1</sup><br>2*10 <sup>1</sup> ...5*10 <sup>3</sup>                  | 0.3 ...3МэВ макс.<br>значения энергий бета спектра       | ±40<br>±20              |
| альфа (БДК-АБ1)               | плотность потока, см <sup>-2</sup> мин <sup>-1</sup> | 10 <sup>1</sup> ... 10 <sup>2</sup><br>10 <sup>2</sup> ...3*10 <sup>5</sup>      | 3...10МэВ  | ±40<br>±20              |
| бета (БДК-АБ1)                | плотность потока, см <sup>-2</sup> мин <sup>-1</sup> | 2*10 <sup>1</sup> ...2*10 <sup>2</sup><br>2*10 <sup>2</sup> ...2*10 <sup>5</sup> | 0.3 ...3МэВ макс.<br>значения энергий бета спектра       | ±40<br>±20              |
| гамма                         | МЭД, мкЗв/ч  | 0.1 ... 10<br>0.1 ... 100  | 0.05 – 0.3 МэВ<br>0.3 – 3 МэВ                            | ±20                     |
| нейтронное излучение          | МЭД, мкЗв/ч  | 1 ... 10 <sup>3</sup>  | <sup>239</sup> Pu-α-Be источник                          | ±40                     |

В режиме спектрометра РАДИОМЕТРЫ МКС-А02 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, с вероятностью 0,5 при доверительной вероятности 95%, при интенсивности фона не более 25 мкР/ч., на расстоянии 0.2м, при движении прибора со скоростью 0.5±0.05 м/с, должен соответствовать данным, указанным в табл. 4.

| Источник излучения | Минимальная обнаруживаемая активность источника, кБк (мкКи) |
|--------------------|---|
| $^{133}\text{Ba}$  | 55 (1.5) $\pm 20\%$   |
| $^{137}\text{Cs}$  | 100 (2.7) $\pm 20\%$  |
| $^{60}\text{Co}$   | 50 (1.35) $\pm 20\%$  |

- Значение минимально обнаруживаемого РАДИОМЕТРОМ потока нейтронов от источника нейтронного излучения  $^{252}\text{Cf}$  в поисковом режиме, с вероятностью 0,5 при доверительной вероятности 95%, на расстоянии 0,2м, при движении прибора со скоростью  $0.5 \pm 0.05$  м/с, должно составлять не более  $6.0 \cdot 10^3 \pm 20\%$  с<sup>-1</sup>.
- Частота ложных срабатываний прибора в поисковом режиме по гамма и нейтронному каналам должна быть не более одного ложного срабатывания за одну минуту 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 0.050-3МэВ
- Интегральная нелинейность спектрометра  $\pm 1\%$ .
- Максимальная входная статистическая нагрузка по гамма каналу, не более  $5 \cdot 10^4$  имп/с
- Число каналов АЦП 1024
- Количество сохраняемых 1024-канальных спектров, не менее 30
- Температурная нестабильность характеристики преобразования, не более 0.1%/°С
- Время непрерывной работы от встроенных аккумуляторов не менее 8 ч.
- Время установления рабочего режима:  
при работе в режиме идентификации, не более, не более 30 мин.  
при работе в остальных режимах, не более 2 мин.
- Диапазон рабочих температур от -20 до +50°С
- Потребляемая мощность от сети, не более 15 Вт
- Средняя наработка на отказ, не менее 4000 часов.
- Габаритные размеры МКС-А02 и масса составных частей приведены в табл. 5

Таблица 5

| № | Обозначение | Наименование  | Габаритные размеры, не более мм | Масса, не более кг |
|---|-------------|---|---------------------------------|--------------------|
| 1 | МКС-А02     | Универсальный радиометр-спектрометр с комплектом аккумуляторов. | 310×160×135                     | 3.6                |
| 2 | SA-3104     | Сетевой адаптер   | 60×160×40                       | 0,5                |
| 3 | БДС-АБ1     | Блок детектирования альфа и бета излучения, сцинтилляционный    | 350*160*80                      | 1                  |
| 4 | БДК-АБ1     | Блок детектирования альфа и бета излучения, полупроводниковый   | 70×70×120                       | 0,5                |

## 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 табл.6.

Таблица 6

| Наименование  | Количество на исполнение |                |               |                 |               |               |
|---|--------------------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|
|   | МКС-<br>А02-1            | МКС-<br>А02-1М | МКС-<br>А02-2 | МКС-<br>А02- 2М | МКС-<br>А02-3 | МКС-<br>А02-4 |
| МКС-А02   | 1                        | 1              | 1             | 1               | 1             | 1             |
| Сетевой адаптер   | 1                        | 1              | 1             | 1               | 1             | 1             |
| Блок<br>детектирования<br>БДС-АБ1                                       | -                        | 1              | 1             | -               | -             | -             |
| Блок<br>детектирования<br>БДК-АБ1                                       | 1                        | -              | -             | 1               | -             | -             |
| Штанга<br>телескопическая<br>для БДК-АБ1                                | 1                        | -              | -             | 1               | -             | -             |
| Сумка для<br>переноски  | 1                        | 1              | 1             | 1               | 1             | 1             |
| Комплект<br>эксплуатационной<br>документации                            | 1                        | 1              | 1             | 1               | 1             | 1             |
| Комплект<br>программного<br>обеспечения для<br>компьютера на<br>дискете | 1                        | 1              | 1             | 1               | 1             | 1             |
| Кабель<br>интерфейсный RS-<br>232                                       | 1                        | 1              | 1             | 1               | 1             | 1             |

## Поверка

Поверка РАДИОМЕТРОВ осуществляется в соответствии с МЕТОДИКОЙ ПОВЕРКИ, изложенной в документе "ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ" на РАДИОМЕТРЫ "МКС-А02". Основное оборудование для поверки - комплект ОСГИ, альфа-источники типа ЗП9, 6П9, бета-источники типа ЗСО, 6СО установки типа УКПН и УПДГ. Межповерочный интервал - 12 месяцев

## Нормативные документы

|                    |   |
|--------------------|---|
| ДЦКИ.411168.002 ТУ | Радиометр-спектрометр универсальный портативный «МКС-А02». Технические условия.                     |
| 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.<br>Методы измерений основных параметров                |
| ГОСТ 28271-89      | Приборы радиометрические и дозиметрические. Общие технические требования и методы испытаний.        |
| 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-А02" соответствуют требованиям НТД.

Изготовитель: НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР "АСПЕКТ",  
Россия, 141980, г.Дубна Московской области, ГУС а/я 62

Директор НПЦ "АСПЕКТ"

  
Ю.К.Недачин