

Регистрационный № 97218-25

Лист № 1
Всего листов 10

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры энергии альфа-излучения с полупроводниковыми детекторами СЭА-МСА03

Назначение средства измерений

Спектрометры энергии альфа-излучения с полупроводниковыми детекторами СЭА-МСА03 (далее – СЭА-МСА) предназначены для измерений распределения энергии альфа-частиц, идентификации и измерения активности альфа-излучающих радионуклидов счетных образцов, приготовленных из проб контролируемых объектов, в соответствии с аттестованными методиками измерений.

Описание средства измерений

СЭА-МСА представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из:

- блока измерительного БИ03 (БИ), выполненного в виде моноблочной конструкции и включающего спектрометрические измерительные каналы регистрации альфа-излучения (СИК);

- установки контроля вакуума УКВ03 (УКВ);
- блока питания БП03 (БП);
- автоматизированного рабочего места АРМ (АРМ);
- комплекта запасных частей, инструмента и принадлежностей ЗИП-0;
- комплекта вспомогательного оборудования инструмента и принадлежностей КВИ03;
- комплекта эксплуатационной документации.

Конструкция каждого СИК обеспечивает автономную работу изделия и состоит из:

- устройства детектирования альфа-излучения УДА-03 (УДА) в составе: полупроводниковый блок детектирования альфа-излучения БДА03, предусилитель спектрометрический зарядочувствительный, многоканальный спектрометрический анализатор МСА530 (МСА530), блок питания детектора БПД03;

- камеры вакуумной с датчиком контроля КВ03 (КВ).

Тип детектора – кремниевый полупроводниковый ионноимплантированный планарный детектор.

Конструкция БИ обеспечивает ручную загрузку счетных образцов оператором в измерительное пространство КВ, где с помощью УКВ автоматически поддерживается давление менее 100 Па. УКВ включает вакуумный насос и систему клапанов.

Контроль остаточного давления (разрежения) в КВ осуществляется датчиком, информация о давлении в камере передается на АРМ.

Конструкция КВ позволяет устанавливать счётный образец горизонтально на полочке КВ, обеспечивающей расстояние от счетного образца до блока детектирования альфа-излучения БДА03 от 2,5 мм до 42 мм на 11 полках.

Для снижения вероятности загрязнения детектора ядрами отдачи, возникающими при альфа-распаде, между счетным образцом и детектором может устанавливаться сетка с запирающим потенциалом относительно счётного образца.

Образующиеся в результате поглощения детектором альфа-частицы электронно-дырочные пары преобразуются в электрические импульсы, амплитуда которых пропорциональна поглощённой энергии альфа-частицы. В процессе обработки в электронном тракте МСА530 эти импульсы оцифровываются и формируется их амплитудное распределение – энергетический спектр альфа-частиц. Спектры передаются в АРМ для визуализации и обработки с целью определения радионуклидного состава и активности радионуклидов в заданной геометрии измерений с использованием комплекса спектрометрического программного, вывода отчетных форм и хранения информации. Передача спектрометрической информации и ее автоматизированная обработка в АРМ осуществляется в режиме реального времени.

Размещение БИ осуществляется на рабочем столе оператора.

К настоящему типу средств измерений относятся варианты исполнения СЭА-МСА, отличающиеся количеством СИК унифицированной (однотипной) конструкции и модификациями блока детектирования.

СЭА-МСА выпускается в следующих исполнениях:

- исполнение базовое: СЭА-МСА03-01 с одноканальным БИ;
- исполнение 01: СЭА-МСА03-02 с двухканальным БИ.

СЭА-МСА базового исполнения и исполнение 01 устанавливаются в крейты с общим числом измерительных камер 1, 2, 4, 8, которые могут наращиваться для одновременной обработки одним АРМ оператора до 64 БИ.

СИК имеет модификации, отличающиеся площадью чувствительной поверхности полупроводникового блока детектирования альфа-излучения БДА03:

- БДА03-0450 с площадью чувствительной поверхности не более 450 мм²;
- БДА03-0900 с площадью чувствительной поверхности не более 900 мм²;
- БДА03-1200 с площадью чувствительной поверхности не более 1200 мм²;
- БДА03-2000 с площадью чувствительной поверхности не более 2000 мм².

СЭА-МСА применяется для решения задач:

- оценки состояния активных зон ядерных энергетических установок (ЯЭУ);
- контроля массовой доли радионуклидов плутония в МОКС-топливе;
- контроля обращения с радиоактивными отходами;
- контроля состояния объектов окружающей среды;
- обнаружения и идентификации альфа-излучающих радионуклидов в пробах контролируемых объектов.

СЭА-МСА в соответствии с аттестованными методиками (методами) измерений позволяет обеспечить:

- идентификацию альфа-излучающих радионуклидов, измерение объемной активности и суммарной объемной активности альфа-излучающих радионуклидов в пробах воды (теплоносителя) I, II, III контура ЯЭУ;
- идентификацию альфа-излучающих радионуклидов, измерение активности альфа-излучающих радионуклидов в счетном образце из смешанного уран-плутониевого оксидного МОКС-топлива;
- идентификацию альфа-излучающих радионуклидов, измерение объемной (удельной) активности и суммарной объемной (удельной) активности альфа-излучающих радионуклидов в жидких и твердых радиоактивных отходах (РАО);
- идентификацию альфа-излучающих радионуклидов, измерение объемной (удельной) активности и суммарной объемной (удельной) активности альфа-излучающих радионуклидов объектов внешней среды;
- измерение суммарной объемной (удельной) активности нормируемых альфа-излучающих радионуклидов в пищевых продуктах.

СЭА-МСА используется для оснащения радиохимических лабораторий служб радиационной безопасности, радиоэкологических лабораторий, применяется в лабораторных условиях.

Общий вид БИ СЭА-МСА с указанием места размещения знака утверждения типа и заводского номера представлен на рисунке 1.

Корпуса БИ, БП и УКВ изготавливают из нержавеющей стали, окрашивают в цвета по заказу заказчика.

Места пломбировки от несанкционированного доступа комплектующих изделий СЭА-МСА представлены на рисунке 3.



Исполнение базовое СЭА-МСА03-01
с одноканальным БИ



Исполнение базовое СЭА-МСА03-01
в крейте на 4 камеры



Исполнение 01 СЭА-МСА03-02
с двухканальным БИ



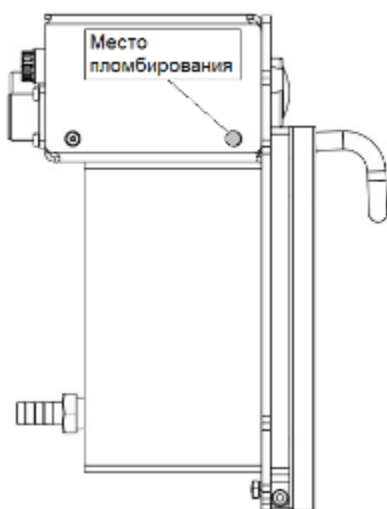
Исполнение базовое СЭА-МСА03-01
в крейте на 8 камер

- 1 – место нанесения знака утверждения типа;
- 2 – место нанесения заводского номера СЭА-МСА

Рисунок 1 – Внешний вид СЭА-МСА: исполнения блока измерительного БИ03.
Место нанесения знака утверждения типа СЭА-МСА и заводского номера изделия



Рисунок 2 – Автоматизированное рабочее место СЭА-МСА



Пломбирование устройства детектирования
альфа-излучения УДА-03



Пломбирование установки контроля вакуума
УКВ03

Рисунок 3 – Места пломбировки комплектующих изделий СЭА-МСА

Знак утверждения типа и заводской номер СЭА-МСА наносятся типографским способом на шильдик, закрепляемый на передней стенке БИ.

Знак утверждения типа наносится в левом верхнем углу шильдика, заводской номер СЭА-МСА наносится в нижнем левом углу шильдика (рисунок 1). Заводской номер СЭА-МСА состоит из буквенно-цифрового обозначения «СЭА.ЦЦЦ.ЦЦ-ГГ», где ЦЦЦ.ЦЦ – цифровая часть заводского номера, ГГ – 2 последние цифры года изготовления средства измерений. Ограничение доступа к местам настройки (регулировки) СЭА-МСА осуществляется путем нанесения пленочных пломб с индикаторной способностью (рисунок 3).

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

Программное обеспечение

Автоматизированное управление СЭА-МСА осуществляется комплексом спектрометрическим программным (КСП): серии LinSpec-R-GBA для операционной системы Linux, программным обеспечением серии WinSpec-R или SpectraLineADA – для операционной системы Windows.

КСП предназначен для получения и сбора информации СИК СЭА-МСА, спектрометрической и радиометрической обработки информации, полученной от счетных образцов в заданной геометрии, идентификации альфа-излучающих радионуклидов и расчета активности альфа-излучающих радионуклидов счетных образцов, объемной (удельной) активности проб анализируемых объектов, управления и контроля функционированием изделия, обработки данных и визуализации результатов измерений, вывода отчетных форм и архивирования информации. КСП включает встроенную библиотеку радионуклидов.

Совокупность КСП, программной документации КСП с методиками измерений из комплекта поставки СЭА-МСА является программно-методическим обеспечением СЭА-МСА и обеспечивает адаптацию СЭА-МСА к решению задач назначения.

КСП является программным обеспечением метрологического назначения, математический аппарат КСП обеспечивает измерения активности альфа-излучающих радионуклидов счетного образца в спектрометрическом или радиометрическом режиме измерений, расчет объемной (удельной) активности радионуклидов пробы и суммарной объемной (удельной) активности пробы по данным пробы, вносимым пользователем в КСП, выполнение градуировочных и поверочных процедур, указанных в методике поверки средства измерений.

Уровень защиты КСП от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014 – «средний».

Описание КСП и порядок его использования изложены:

- в руководстве оператора 7.ЛСПН.412151.003.00.000 34 РО комплекса спектрометрического программного LinSpec-R-GBA;
- в руководстве оператора 7.ЛСПН.412131.002.00.000 34 РО программного обеспечения WinSpec-R;
- в руководстве пользователя программного продукта SpectraLineADA.

Таблица 1 – Идентификационные данные КСП LinSpec-R-GBA

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	LinSpec-R-GBA
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	не ниже 2.01.XXXX ¹⁾
Цифровой идентификатор программного обеспечения	не нормируется
¹⁾ Метрологически значимой является цифровая часть номера, часть с буквенным обозначением «X» несущественна для идентификации и определения метрологических характеристик	

Таблица 2 – Идентификационные данные КСП WinSpec-R

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	WinSpec-R
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	не ниже 1.05.XXXX ¹⁾
Цифровой идентификатор программного обеспечения	не нормируется
¹⁾ Метрологически значимой является цифровая часть номера, часть с буквенным обозначением «X» несущественна для идентификации и определения метрологических характеристик	

Таблица 3 – Идентификационные данные КСП SpectraLineADA

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование программного обеспечения	SpectraLineADA
Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	не ниже 1.7.XXXXXX ¹⁾
Цифровой идентификатор программного обеспечения	не нормируется
¹⁾ Метрологически значимой является цифровая часть номера, часть с буквенным обозначением «X» несущественна для идентификации и определения метрологических характеристик	

Метрологические и технические характеристики

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон регистрируемых энергий альфа-излучения, МэВ	от 2,0 до 8,0
Пределы допускаемой основной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность) ¹⁾ , %	±0,15
Энергетическое разрешение в пике амплитудного распределения альфа-частиц с энергией 5156,59 кэВ радионуклида Pu-239 в геометрии ОСАИ на расстоянии 42 мм от поверхности детектора (11 полка) в зависимости от модификации блока детектирования, кэВ, не более: - БДА03-0450 - БДА03-0900 - БДА03-1200 - БДА03-2000	26 35 40 42
Диапазон измерений активности альфа-излучающих радионуклидов счетного образца ²⁾ , Бк	от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до $3,5 \cdot 10^5$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений активности ²⁾ , %	±10
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений активности альфа-излучающих радионуклидов относительно нормальных условий: при изменении температуры от минус 10 °С до 50 °С, % при изменении влажности до 98 % при температуре 25 °С, % при воздействии синусоидальных вибраций с частотой от 1 до 60 Гц и амплитудой виброускорения $19,6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$, %	±10 ±10 ±10
¹⁾ В диапазоне энергий от 4,0 до 8,0 МэВ. ²⁾ Для спектрометрических источников, изготовленных по ТУ 7018-401-07625447-13, на расстоянии 42 мм от поверхности детектора (11 полка) для спектрометрического режима измерения. Для радиометрических источников, изготовленных по ТУ 95 477-83, на расстоянии 42 мм от поверхности детектора (11 полка) для радиометрического режима измерения. Для поддиапазона измерений от $3,0 \cdot 10^{-2}$ до 20 Бк на расстоянии 2,5 мм (1 полка). Время измерения нижнего значения диапазона измерений активности составляет не менее 3600 с.	

Таблица 5 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон индикации энергий альфа-излучения, МэВ	от 2,0 до 10,0
Время установления рабочего режима, мин, не более	15
Время непрерывной работы, ч, не менее	24
Нестабильность характеристики преобразования за время непрерывной работы 24 часа, кэВ, не более	10
Число каналов многоканального спектрометрического анализатора МСА530	256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192
Максимальная входная статистическая нагрузка в спектрометрическом режиме измерений, с ⁻¹ , не менее	1·10 ³
Максимальная входная статистическая нагрузка в радиометрическом режиме измерений, с ⁻¹ , не менее	5·10 ³
Фоновая скорость счета в диапазоне энергий альфа-частиц от 2,0 до 8 МэВ, с ⁻¹ , не более: - БДА03-0450 - БДА03-0900 - БДА03-1200 - БДА03-2000	2,8·10 ⁻⁴ 3,0·10 ⁻³ 1,5·10 ⁻² 1,7·10 ⁻²
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность при температуре окружающего воздуха +25 °С, % - атмосферное давление, кПа - напряжение питающей сети, В - частота переменного тока питающей сети, Гц - вибрация, наклоны, удары	от +15 до +25 от 30 до 80 от 84 до 106,7 от 198 до 242 от 47 до 51 отсутствуют
Характеристики электропитания в стационарных условиях эксплуатации: - напряжение питания от однофазной сети переменного тока, В - частота питания от однофазной сети переменного тока, Гц	от 198 до 242 от 47 до 51
Характеристики электропитания в полевых условиях эксплуатации (на носителе): - напряжение питания от сети постоянного тока, В	от 23 до 25
Потребляемая мощность, Вт, не более	450
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре +25 °С (без конденсации влаги) %, не более - атмосферное давление, кПа	от -10 до +50 98 от 84,0 до 106,7
Устойчив и прочен к синусоидальной вибрации в диапазоне частот, Гц, с амплитудой виброускорения, м·с ⁻² (g)	от 1 до 60 19,6 (2)
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более: - блока измерительного БИ03: исполнение базовое СЭА-МСА03-01 исполнение 01 СЭА-МСА03-02 - установки контроля вакуума УКВ03	148×350×200 285×360×210 340×136×200

Продолжение таблицы 5

Наименование характеристики	Значение
Масса, кг, не более:	
- блока измерительного БИ03:	
исполнение базовое СЭА-МСА03-01	5,0
исполнение 01 СЭА-МСА03-02	10,0
- установки контроля вакуума УКВ03	25,0

Таблица 6 – Показатели надежности

Наименование характеристики	Значение
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	20000
Средний срок службы, лет, не менее	15

По стойкости, прочности и устойчивости к внешним воздействующим факторам соответствует климатическим исполнениям УХЛ1*, УХЛ2*, УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69.

Конструкция и материалы покрытия выдерживают воздействие дезактивирующих растворов:

1) лакокрасочные покрытия БИ, УКВ и БП, узлы и блоки из нержавеющей стали выдерживают дезактивацию наружных поверхностей путем влажной обтирки дезактивирующими растворами:

- 1 %-й водный раствор препарат СФ-3К: смесь порошка СФ-3 и щавелевой кислоты (1:1);

- водный раствор двух объемных частей; одной части 4 %-ного раствора СФ-3К в смеси с одной частью спирта этилового технического;

- водный раствор гидроксида натрия (NaOH) – 50 г·дм⁻³, перманганата калия (KMnO₄) – 5 г·дм⁻³;

2) узлы и блоки из нержавеющей стали выдерживают дезактивацию поверхностей путем влажной обтирки дезактивирующим водным раствором следующего состава: щавелевая кислота (H₂C₂O₄) – 10-30 г·дм⁻³; азотная кислота (HNO₃) – 1 г·дм⁻³;

3) разъемы кабельных выводов, алюминиевые корпуса и крышки подлежат дезактивации методом протирки спиртом этиловым техническим.

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом или специальным штемпелем, путем наклеивания типографским способом изготовленного шильдика на БИ СЭА-МСА (рисунок 1).

Комплектность средства измерений

Таблица 7 – Комплект поставки СЭА-МСА

Обозначение	Наименование	Кол-во
ЛСРН.412151.003.00.000	Спектрометры энергии альфа-излучения с полупроводниковыми детекторами СЭА-МСА03	
	Блок измерительный БИ03 в составе ¹⁾ :	1 компл.
ЛСРН.412151.003.01.100	блок измерительный БИ03-01-0450	
ЛСРН.412151.003.01.200	блок измерительный БИ03-01-0900	
ЛСРН.412151.003.01.300	блок измерительный БИ03-01-1200	
ЛСРН.412151.003.01.400	блок измерительный БИ03-01-2000	
ЛСРН.412151.003.02.100	блок измерительный БИ03-02-0450	
ЛСРН.412151.003.02.200	блок измерительный БИ03-02-0900	
ЛСРН.412151.003.02.300	блок измерительный БИ03-02-1200	
ЛСРН.412151.003.02.400	блок измерительный БИ03-02-2000	
ЛСРН.412151.003.13.000	Установка контроля вакуума УКВ03	1 компл.
ЛСРН.412151.003.14.000	Блок питания БП03	1 шт.
ЛСРН.412151.003.15.000	Автоматизированное рабочее место АРМ в составе:	1 компл.
	ПЭВМ	1 компл.
	Принтер	1 шт.
	Комплекс спектрометрический программный в составе ²⁾ :	1 компл.
7.ЛСРН.412151.003.00.000	комплекс спектрометрический программный LinSpec-R-GBA	
7.ЛСРН.412131.002.00.000	программное обеспечение WinSpec-R	
-	программный продукт SpectraLineADA	
ЛСРН.412151.003.20.000 ЗИ	Комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей ЗИП-0 согласно ведомости	1 компл. ³⁾
ЛСРН.412151.003.21.000 КВИ	Комплект вспомогательного оборудования инструмента и принадлежностей КВИ03	1 компл. ³⁾
ЛСРН.412151.003.00.000 РЭ	Руководство по эксплуатации	1 шт.
ЛСРН.412151.003.00.000 ФО	Формуляр	1 шт.
	Методика поверки	1 шт.
ЛСРН.412151.003.00.000 ВЭ	Комплект эксплуатационной документации составных частей согласно ведомости	1 компл.
ЛСРН.412151.003.22.000	Упаковка	1 компл.
¹⁾ Исполнение БИ устанавливается договором поставки: БИ03-01-XXXX устанавливается для базового исполнения СЭА-МСА, БИ03-02-XXXX – для исполнения 01 СЭА-МСА, XXXX – максимальная площадь поверхности детектора. ²⁾ Модификация КСП устанавливается договором поставки: LinSpec-R-GBA для операционной системы Linux, WinSpec-R, SpectraLineADA - для операционной системы Windows. ³⁾ Поставляется при наличии требования в договоре поставки.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2.3 «Использование изделия», в Приложении А документа ЛСРН.412151.003.00.000 РЭ «Спектрометры энергии альфа-излучения с полупроводниковыми детекторами СЭА-МСА03. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

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

ГОСТ 8.033-2023 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников»

ЛСРН.412151.003.00.000 ТУ «Спектрометры энергии альфа-излучения с полупроводниковыми детекторами СЭА-МСА03. Технические условия»

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр «ЛСРМ»

(ООО «НИЦ «ЛСРМ»)

ИНН 7735082718

Адрес юридического лица: 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 50, стр. 1, этаж 2, помещ. 216

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр «ЛСРМ»

(ООО «НИЦ «ЛСРМ»)

ИНН 7735082718

Адрес юридического лица: 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 50, стр. 1, этаж 2, помещ. 216

Адрес места осуществления деятельности: 124460, г. Москва, г. Зеленоград, Панфиловский пр-кт, д. 8, стр. 5

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес юридического лица: 141570, Московская обл., г. Солнечногорск, пгт. Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ», к. 11

Адрес места осуществления деятельности: 141570, Московская обл., г. Солнечногорск, пгт. Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ», к. 11

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц 30002-13

