

Приложение № 4
к сведениям о типах средств
измерений, прилагаемым
к приказу Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «31» декабря 2020 г. № 2337

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**Установки спектрометрические рентгеновского и гамма-излучения
СЕГР-МСА527**

Назначение средства измерений

Установки спектрометрические рентгеновского и гамма-излучения СЕГР-МСА527 предназначены для измерений энергий, испускаемых радионуклидами фотонов рентгеновского и гамма-излучения, определения радионуклидного состава и активности радиоактивных материалов в соответствии с аттестованными и стандартизованными методиками (методами) измерений.

Описание средства измерений

Установки спектрометрические рентгеновского и гамма-излучения СЕГР-МСА527 (далее – СЕГР-МСА527) выполнены в виде программно-аппаратных комплексов и представляют собой совокупность спектрометрического измерительного канала УДЕГР, средств коммуникации, вспомогательного оборудования и вычислительных компонентов, образующих измерительную систему радиационного контроля, управляемую оператором посредством комплекса программного обеспечения рабочего места оператора «СПОРО» (далее КПО).

Принцип действия СЕГР-МСА527 основан на преобразовании энергии гамма-квантов среды в чувствительном объёме блока детектирования спектрометрического измерительного канала в электрические импульсы пропорциональной амплитуды с последующей их регистрацией и обработкой цифровым спектрометрическим устройством МСА527.

Методами цифровой обработки принятый сигнал формируется и фильтруется с целью определения амплитуды сигнала, которая пропорциональна энергии зарегистрированного кванта рентгеновского или гамма-излучения. Коды измеренных амплитуд накапливаются в памяти спектрометрического измерительного канала в виде амплитудного спектра и передаются в ПК для визуализации и обработки с целью определения радионуклидного состава и активности радионуклидов в заданной геометрии измерений с использованием спектрометрического программного обеспечения, вывода отчетных форм и хранения информации. Передача спектрометрической информации и ее обработка на ПК осуществляется в режиме реального времени.

Автоматизированное управление СЕГР-МСА527 осуществляется спектрометрическим программным обеспечением из комплекта КПО «СПОРО».

Конструктивно СЕГР-МСА527 состоит из спектрометрического измерительного канала УДЕГР и вспомогательного оборудования.

Спектрометрический измерительный канал выполнен в виде устройства детектирования гамма и рентгеновского излучения УДЕГР и включает блок детектирования и цифровое спектрометрическое устройство МСА527.

СЕГР-МСА527 оснащается вспомогательным оборудованием в составе: устройство позиционирования детектора серии ОПК стационарного или мобильного исполнения, оснащенное экраном-коллиматором с целью защиты измерительного канала от внешнего фотонного излучения и повышения чувствительности; автоматизированное рабочее места оператора-спектрометриста АРМ на базе ПК; блок питания и преобразования информации БППИ, используемый для передачи данных спектрометрического измерительного канала

СЕГР-МСА527 на ПК и подачи внешнего питания; комплект монтажный и принадлежностей КМЧ.

Для применения по назначению блок детектирования размещается в свинцовом защитном контейнере экрана-коллиматора серии ОПК. Позиционирование БД относительно измеряемого объекта с источником осуществляется устройством позиционирования ОПК мобильного или стационарного размещения. Процесс измерений и обработки информации осуществляется оператором в автоматизированном режиме на ПК автоматизированного рабочего места оператора-спектрометриста.

СЕГР-МСА527 применяются в лабораторных условиях, полевых условиях в составе лабораторного оснащения, мобильных, робототехнических, погружных и летательных комплексов (на носителе). СЕГР-МСА527 эксплуатируются в составе систем радиационного контроля, в автономном режиме на объектах с ядерными энергетическими установками.

СЕГР-МСА527 имеет варианты исполнения, отличающиеся типом блока детектирования.

СЕГР-МСА527 выпускается в следующих исполнениях:

- исполнение базовое: СЕГР-МСА527-СЦ со сцинтилляционным блоком детектирования на основе иодида натрия/цезия, активированного таллием NaI(Tl)/CsI(Tl);
- исполнение 01: СЕГР-МСА527-СЦ со сцинтилляционным блоком детектирования на основе бромида церия/лантана CeBr₃/LaBr₃;
- исполнение 02: СЕГР-МСА527-CZT с полупроводниковым блоком детектирования на основе теллурида кадмия и цинка CdZnTe;
- исполнение 03: СЕГР-МСА527-ППД с полупроводниковым блоком детектирования на основе сверхчистого германия.

Общий вид СЕГР-МСА527 представлен на рисунках 1 - 4. Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение места нанесения знака поверки и утверждения типа представлены на рисунке 5.



Рисунок 1 – Общий вид СЕГР-МСА527-СЦ базового исполнения стационарного размещения, УДЕГР-ПК-00НС1 в комплекте с ОПК-06



УДЕГР-ПК-01CLBR с ОПК-04



УДЕГР-ПК-01CLBR в ОПК-05 накрывного размещения

Рисунок 2 – Общий вид СЕГР-МСА527-СЦ исполнения 01 мобильного размещения



УДЕГР-ПК-02CZT разъемной конструкции



УДЕГР-ПК-02CZT неразъемной конструкции

Рисунок 3 – Общий вид СЕГР-МСА527-СЗТ исполнения 02 мобильного размещения



УДЕГР-ГА/3-03GE с ОПК-01 стационарного лабораторного размещения



УДЕГР-ГА/3-03GE с ОПК-08 мобильного размещения

Рисунок 4 – Общий вид СЕГР-МСА527-ППД исполнения 03



Рисунок 5 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение места нанесения знака утверждения типа

Программное обеспечение

Комплекс спектрометрического программного обеспечения рабочего места оператора «СПОРО» включает спектрометрическое программное обеспечение метрологического назначения и вспомогательные программные компоненты, обеспечивающие формирование и пополнение библиотеки нуклидов, 3D-моделирование контейнеров сложной геометрической формы, отображения результатов измерений на геоинформационной картографической платформе.

Метрологически значимой частью комплекса программного обеспечения рабочего места оператора «СПОРО» является программное обеспечение серии WinSpec-R или программное обеспечение серии SpectraLineGP (далее - ПО). Математический аппарат ПО обеспечивает идентификацию радионуклидов и выполнение измерений активности источника в заданной геометрии в соответствии с аттестованными методиками (методами) измерений.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения WinSpec-R

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	WinSpec-R
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.04.XXXX*
Цифровой идентификатор ПО	не нормируется
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32
* Метрологически значимой является цифровая часть номера, часть с буквенным обозначением «X» несущественна для идентификации и определения метрологических характеристик	

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения SpectraLineGP

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SpectraLineGP
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.6.XXXX*
Цифровой идентификатор ПО	не нормируется
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32
* Метрологически значимой является цифровая часть номера, часть с буквенным обозначением «X» несущественна для идентификации и определения метрологических характеристик	

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014:

- ПО WinSpec-R - «средний»;
- ПО SpectraLineGP - «средний».

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон энергий регистрируемого СЕГР-МСА527 рентгеновского и гамма-излучения, МэВ:	
- базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ	от 0,02 до 3
- исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ	от 0,02 до 3
- исполнение 02 СЕГР-МСА527-СЗТ	от 0,02 до 3
- исполнение 03 СЕГР-МСА527-ППД:	
а) с блоком детектирования в карбоновом корпусе	от 0,003 до 10
б) с блоком детектирования в алюминиевом корпусе	от 0,04 до 10

*Примечание – Действительные значения относительного энергетического разрешения и эффективности регистрации для точечной геометрии измерений определяются при первичной (периодической) проверке и указываются в свидетельстве о проверке.

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %: - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 02 СЕГР-МСА527-СЗТ - исполнение 03 СЕГР-МСА527-ППД	$\pm 0,5$ $\pm 0,5$ $\pm 0,5$ $\pm 0,025$
Относительное энергетическое разрешение СЕГР-МСА527-СЦ и СЕГР-МСА527-СЗТ по линии гамма-излучения с энергией 661,6 кэВ, % *: - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 02 СЕГР-МСА527-СЗТ	от 4,5 до 10,0 от 2,5 до 4,5 от 1,5 до 4,5
Абсолютное энергетическое разрешение СЕГР-МСА527 исполнения 03 СЕГР-МСА527-ППД, кэВ **: - по линии гамма-излучения с энергией 122 кэВ - по линии гамма-излучения с энергией 1332 кэВ	от 0,65 до 1,3 от 1,7 до 2,6
Эффективность регистрации в пике полного поглощения для радионуклида Cs-137 с энергией 661,6 кэВ для точечной геометрии измерений, $\text{имп}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}$, * не менее: - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ, расстояние источник-детектор 250 мм - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ, расстояние источник - детектор 250 мм - исполнение 02 СЕГР-МСА527-СЗТ, расстояние источник - детектор 50 мм	$1,0\cdot 10^{-3}$ $1,0\cdot 10^{-4}$ $5,0\cdot 10^{-7}$
Относительная эффективность регистрации СЕГР-МСА527 исполнения 03 СЕГР-МСА527-ППД в пике полного поглощения для радионуклида Со-60 с энергией 1332 кэВ для точечной геометрии измерений на расстоянии источник - детектор 250 мм относительно эффективности регистрации кристалла NaI с размерами 76,5×76,5 мм, % **	от 10 до 160
Нижний предел измеряемой активности радионуклида Cs-137***, Бк, не более: - установкой базового исполнения СЕГР-МСА527-СЦ - установкой исполнения 01 СЕГР-МСА527-СЦ - установкой исполнения 02 СЕГР-МСА527-СЗТ - установкой исполнения 03 СЕГР-МСА527-ППД	250,0 250,0 20,0 1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активности точечного источника Cs-137, %	± 20
Нестабильность характеристики преобразования СЕГР-МСА527 за время непрерывной работы 24 часа, %, не более: - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 02 СЕГР-МСА527-СЗТ - исполнение 03 СЕГР-МСА527-ППД	1 1 0,05 0,05

**Примечание – Действительные значения абсолютного энергетического разрешения и относительной эффективности регистрации для точечной геометрии измерений СЕГР-МСА527-ППД определяются при первичной поверке и указываются в свидетельстве о поверке. Значение эффективности регистрации сцинтилляционного детектора NaI(Tl) с чувствительным объемом 76,5×76,5 мм в пике 1332 кэВ составляет $0,0012 \text{ имп}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}$.

***Примечание – Нижний предел измеряемой активности устанавливается для точечной геометрии измерений на расстоянии источник – детектор 250 мм для СЕГР-МСА527 исполнений базового, 01 и 03, на расстоянии 50 мм для исполнения 02.

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Максимальная входная статистическая нагрузка СЕГР-МСА527, $\text{имп}\cdot\text{с}^{-1}$, не менее: <ul style="list-style-type: none"> - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 02 СЕГР-МСА527-СЗТ - исполнение 03 СЕГР-МСА527-ППД 	<ul style="list-style-type: none"> $1,5\cdot 10^5$ $2,5\cdot 10^5$ $1,5\cdot 10^5$ $1,5\cdot 10^5$
Количество каналов преобразования цифрового спектрометрического устройства МСА527, не более	16384
Количество каналов преобразования МСА527 устанавливается из ряда значений 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384	-
Время установления рабочего режима спектрометрического измерительного канала ¹⁾ , мин, не более	15
Время непрерывной работы СЕГР-МСА527 от внешнего источника питания, ч, не менее	24
Время автономной работы спектрометрического канала СЕГР-МСА527 от встроенного аккумулятора МСА527, ч, не менее	14
Климатические условия эксплуатации: <ul style="list-style-type: none"> - при питании от внешнего источника питания температура окружающего воздуха, °С - при питании от встроенного аккумулятора температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха при температуре 35 °С без конденсации влаги, % - атмосферное давление, кПа 	<ul style="list-style-type: none"> от -20 до +50 от 0 до +50 до 98 от 84,0 до 106,7
Спектрометрический измерительный канал СЕГР-МСА527 стационарного размещения устойчив к воздействию синусоидальных вибраций в диапазоне частот с амплитудой ускорения $9,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$, Гц	от 5 до 120
Спектрометрический измерительный канал СЕГР-МСА527 мобильного размещения устойчив к воздействию синусоидальных вибраций в диапазоне частот с амплитудой ускорения $9,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$, Гц	от 5 до 500
Электропитание СЕГР-МСА527 в стационарных условиях осуществляется от однофазной сети переменного тока: <ul style="list-style-type: none"> - напряжение, В - частота, Гц - номинальное напряжение питания, В - номинальная частота, Гц 	<ul style="list-style-type: none"> от 187 до 242 В от 47 до 51 Гц 220 50
Автономное электропитание в полевых условиях осуществляется от источника постоянного тока носителя с номинальным напряжением, В, не более	12
Автономное электропитание спектрометрического измерительного канала в полевых условиях осуществляется от встроенного аккумулятора цифрового спектрометрического устройства МСА527	-
Потребляемая мощность (без учета ПК), Вт, не более	9

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры ²⁾ , мм, не более: - блок детектирования сцинтилляционный на основе NaI(Tl)/CsI(Tl) УДЕГР-ПК-00NCI: - диаметр 160 - длина 226 - блок детектирования сцинтилляционный на основе CeBr ₃ /LaBr ₃ УДЕГР-ПК-01CBR: - диаметр 60 - длина 190 - блок детектирования полупроводниковый на основе CdZnTe УДЕГР-ПК-02CZT в неразъемной конструкции с MCA527: - длина 110 - ширина 32 - высота 32 - блок детектирования полупроводниковый на основе CdZnTe УДЕГР-ПК-02CZT разъемной конструкции (без MCA27): - диаметр 40 - длина 60 - блок детектирования полупроводниковый на основе сверхчистого германия УДЕГР-ГА/З-03GE в сборе с сосудом Дьюара ³⁾ : - длина 530 - ширина 975 - высота 1020 - цифровое спектрометрическое устройство MCA527, модель A-GBS-MCA527: - длина 181 - ширина 111 - высота 45 - цифровое спектрометрическое устройство MCA527, модель A-GBS-BASE527: - диаметр 73 - длина 112	
Масса, кг, не более: - блок детектирования сцинтилляционный на основе NaI(Tl)/CsI(Tl) УДЕГР-ПК-00NCI 3,5 - блок детектирования сцинтилляционный на основе CeBr ₃ /LaBr ₃ УДЕГР-ПК-01CBR 0,7 - блок детектирования полупроводниковый на основе CdZnTe УДЕГР-ПК-02CZT в неразъемной конструкции с MCA527 0,15 - блок детектирования полупроводниковый на основе CdZnTe УДЕГР-ПК-02CZT разъемной конструкции (без MCA27) 0,1 - блок детектирования полупроводниковый на основе сверхчистого германия УДЕГР-ГА/З-03GE в сборе с сосудом Дьюара 20,0 - цифровое спектрометрическое устройство MCA527, модель A-GBS-MCA527 0,85	

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
- цифровое спектрометрическое устройство МСА527, модель А-GBS-BASE527	0,5
¹⁾ Время установления рабочего режима не включает время на охлаждение ОЧГ-детектора СЕГР-МСА527-ППД. ²⁾ Габаритные размеры указаны без кабеля ³⁾ Предельные размеры сборки с максимальным объемом сосуда Дьюара для конфигураций сборки Pop Top/ Streamline/ Slimline. Допускается использование сборок с меньшими размерами	

Знак утверждения типа

наносится на титульные листы руководств по эксплуатации типографским способом или специальным штампом, путем наклеивания шильдика на блок детектирования СЕГР-МСА527.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность СЕГР-МСА527

Наименование	Обозначение	Количество
Устройство детектирования УДЕГР-ПК-00NCI в составе:	ЛСРН.414411.005.00.01.00	1 компл. ¹⁾
Блок детектирования сцинтилляционный на основе NaI(Tl)/CsI(Tl)		1 шт.
Цифровое спектрометрическое устройство МСА527		1 шт.
Устройство детектирования УДЕГР-ПК-01CLBR в составе:	ЛСРН.414411.005.01.01.00	1 компл. ²⁾
Блок детектирования сцинтилляционный на основе CeBr ₃ /LaBr ₃		1 шт.
Цифровое спектрометрическое устройство МСА527		1 шт.
Устройство детектирования УДЕГР-ПК-02CZT в составе:	ЛСРН.414411.005.02.01.00	1 компл. ³⁾
Блок детектирования полупроводниковый на основе CdZnTe		1 шт.
Цифровое спектрометрическое устройство МСА527		1 шт.
Устройство детектирования УДЕГР-ГА/3-03GE в составе:	ЛСРН.414411.005.03.01.00	1 компл. ⁴⁾
Блок детектирования полупроводниковый на основе сверхчистого германия		1 шт.
Цифровое спектрометрическое устройство МСА527		1 шт.
Автоматизированное рабочее место оператора-спектрометриста АРМ	ЛСРН.466533.412	1 компл.
Блок питания и преобразования информации БПИИ	ЛСРН.412154.001	1 компл. ⁵⁾
Адаптер сетевой	-	1 шт. ⁵⁾
Устройство позиционирования детектора с экраном-коллиматором серии ОПК	ЛСРН.305126.001-008	1 компл. ⁵⁾

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Количество
Комплекс спектрометрического программного обеспечения рабочего места оператора «СПОРО»	-	1 компл.
Комплект монтажный и принадлежностей КМЧ в составе:	ЛСРН.414411.005 КМЧ	1 компл. ⁵⁾
Комплект ЗИП одиночный	ЛСРН.414411.005 ЗИ	1 компл. ⁵⁾
Упаковка		1 компл.
Паспорт	ЛСРН.414411.005 ПС	1 экз.
Руководство по эксплуатации		1 экз.
Методика поверки	ЛСРН.414411.005 МП	1 экз.
Спецификация программного обеспечения	7.ЛСРН.414411.005 СППО	1 экз.
Ведомость эксплуатационной документации	ЛСРН.414411.005 ВЭ	1 экз.
<p>1) Укомплектовывается СЕГР-МСА527-СЦ базового исполнения. 2) Укомплектовывается СЕГР-МСА527-СЦ исполнения 01. 3) Укомплектовывается СЕГР-МСА527-CZT исполнения 02, поставляется разъемная или неразъемная конструкция. 4) Укомплектовывается СЕГР-МСА527-ППД исполнения 03. 5) Поставляется при наличии в заказе.</p>		

Поверка

осуществляется по документу ЛСРН.414411.005 МП «Государственная система обеспечения единства измерений. Установки спектрометрические рентгеновского и гамма-излучения СЕГР-МСА527. Методика поверки», утверждённому ФБУ «УРАЛТЕСТ» 21.07.2020 г.

Основные средства поверки:

- рабочий эталон 2-го разряда согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2841 источники фотонного ионизирующего излучения радионуклидные закрытые ОСГИ-А активностью от 2000 до 1000000 Бк, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения активности ($P=0,95$) ± 6 %, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 58304-14.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке. Положительные результаты периодической поверки оформляются соответствующей записью в паспорте с нанесением поверительного клейма.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к установкам спектрометрическим рентгеновского и гамма-излучения СЕГР-МСА527

ГОСТ 26874-86 Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерений основных параметров

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

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2841 от 29.12.2018 г. Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений активности, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников

ЛСРН.414411.005 ТУ. Установки спектрометрические рентгеновского и гамма-излучения СЕГР-МСА527. Групповые технические условия

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр «ЛСРМ» (ООО «НИЦ «ЛСРМ»)

ИНН 7735082718

Адрес: 124460, г. Москва, г. Зеленоград, ул. Конструктора Гуськова, д. 6, стр. 1

Юридический адрес: 111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, дом 50, стр. 1, этаж 2, пом. 216

Телефон/факс: +7 (499) 450-29-32

Web-сайт www.niclsrm.ru

E-mail: info@niclsrm.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Свердловской области» (ФБУ «УРАЛТЕСТ»)

Адрес: 620990, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 2а

Телефон: +7 (343) 236-30-15

Web-сайт: www.uraltest.ru

E-mail: uraltest@uraltest.ru

Аттестат аккредитации ФБУ «УРАЛТЕСТ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 300358-13 от 21.10.2013 г.