

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 объеме 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 $\text{CeBr}_3/\text{LaBr}_3$;
- 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 заводского номера и знака утверждения типа представлены на рисунке 5.



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



УДЕГР-ПК-01CLBR с ОПК-04



УДЕГР-ПК-01CLBR в ОПК-05 накрышного
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-CZT 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 и заводского номера

Заводской номер наносится на этикетку, выполненную типографским способом, на блоке детектирования УДЕГР в виде наклейки. Формат нанесения заводского номера буквенно-цифровой.

Нанесение знака поверки на корпус приборов не предусмотрено.

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».

Влияние ПО на метрологические характеристики учтено при нормировании метрологических характеристик.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<p>Диапазон энергий регистрируемого СЕГР-МСА527 рентгеновского и гамма-излучения, МэВ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 02 СЕГР-МСА527-CZT - исполнение 03 СЕГР-МСА527-ППД: <ul style="list-style-type: none"> а) с блоком детектирования в карбоновом корпусе б) с блоком детектирования в алюминиевом корпусе 	<p>от 0,02 до 3</p> <p>от 0,02 до 3</p> <p>от 0,02 до 3</p> <p>от 0,003 до 10</p> <p>от 0,04 до 10</p>
<p>Пределы допускаемой основной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 02 СЕГР-МСА527-CZT - исполнение 03 СЕГР-МСА527-ППД 	<p>±0,5</p> <p>±0,5</p> <p>±0,5</p> <p>±0,025</p>
<p>Относительное энергетическое разрешение СЕГР-МСА527-СЦ и СЕГР-МСА527-CZT по линии гамма-излучения с энергией 661,6 кэВ, % *:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ - исполнение 02 СЕГР-МСА527-CZT 	<p>от 4,5 до 10,0</p> <p>от 2,5 до 4,5</p> <p>от 1,5 до 4,5</p>
<p>Абсолютное энергетическое разрешение СЕГР-МСА527 исполнения 03 СЕГР-МСА527-ППД, кэВ**:</p> <ul style="list-style-type: none"> - по линии гамма-излучения с энергией 122 кэВ - по линии гамма-излучения с энергией 1332 кэВ 	<p>от 0,65 до 1,3</p> <p>от 1,7 до 2,6</p>
<p>Эффективность регистрации в пике полного поглощения для радионуклида Cs-137 с энергией 661,6 кэВ для точечной геометрии измерений, имп·с⁻¹·Бк⁻¹, * не менее:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ, расстояние источник-детектор 250 мм - исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ, расстояние источник - детектор 250 мм - исполнение 02 СЕГР-МСА527-CZT, расстояние источник - детектор 50 мм 	<p>1,0·10⁻³</p> <p>1,0·10⁻⁴</p> <p>5,0·10⁻⁷</p>
<p>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, % **</p>	<p>от 10 до 160</p>
<p>Нижний предел измеряемой активности радионуклида Cs-137***, Бк, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - установкой базового исполнения СЕГР-МСА527-СЦ - установкой исполнения 01 СЕГР-МСА527-СЦ - установкой исполнения 02 СЕГР-МСА527-CZT - установкой исполнения 03 СЕГР-МСА527-ППД 	<p>250,0</p> <p>250,0</p> <p>20,0</p> <p>1,0</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активности точечного источника Cs-137, %</p>	<p>±20</p>

Наименование характеристики	Значение
Нестабильность характеристики преобразования СЕГР-МСА527 за время непрерывной работы 24 часа, %, не более:	
- базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ	1
- исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ	1
- исполнение 02 СЕГР-МСА527-CZT	0,05
- исполнение 03 СЕГР-МСА527-ППД	0,05

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

**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 имп·с⁻¹·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 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Максимальная входная статистическая нагрузка СЕГР-МСА527, имп·с ⁻¹ , не менее:	
- базовое исполнение СЕГР-МСА527-СЦ	1,5·10 ⁵
- исполнение 01 СЕГР-МСА527-СЦ	2,5·10 ⁵
- исполнение 02 СЕГР-МСА527-CZT	1,5·10 ⁵
- исполнение 03 СЕГР-МСА527-ППД	1,5·10 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:	
- при питании от внешнего источника питания температура окружающего воздуха, °С	от -20 до +50
- при питании от встроенного аккумулятора температура окружающего воздуха, °С	от 0 до +50
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре 35 °С без конденсации влаги, %	до 98
- атмосферное давление, кПа	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 м·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 м·с ⁻² , Гц	от 5 до 500

Наименование характеристики	Значение
<p>Электропитание СЕГР-МСА527 в стационарных условиях осуществляется от однофазной сети переменного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> - напряжение, В - частота, Гц - номинальное напряжение питания, В - номинальная частота, Гц 	<p>от 187 до 242 от 47 до 51 220 50</p>
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
<p>Габаритные размеры ²⁾, мм, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - блок детектирования сцинтилляционный на основе NaI(Tl)/CsI(Tl) УДЕГР-ПК-00NCI: <ul style="list-style-type: none"> - диаметр 160 - длина 226 - блок детектирования сцинтилляционный на основе CeBr₃/LaBr₃ УДЕГР-ПК-01CBR: <ul style="list-style-type: none"> - диаметр 60 - длина 190 - блок детектирования полупроводниковый на основе CdZnTe УДЕГР-ПК-02CZT в неразъемной конструкции с МСА527: <ul style="list-style-type: none"> - длина 110 - ширина 32 - высота 32 - блок детектирования полупроводниковый на основе CdZnTe УДЕГР-ПК-02CZT разъемной конструкции (без МСА27): <ul style="list-style-type: none"> - диаметр 40 - длина 60 - блок детектирования полупроводниковый на основе сверхчистого германия УДЕГР-ГА/3-03GE в сборе с сосудом Дьюара³⁾: <ul style="list-style-type: none"> - длина 530 - ширина 975 - высота 1020 - цифровое спектрометрическое устройство МСА527, модель А-GBS-МСА527: <ul style="list-style-type: none"> - длина 181 - ширина 111 - высота 45 - цифровое спектрометрическое устройство МСА527, модель А-GBS-BASE527: <ul style="list-style-type: none"> - диаметр 73 - длина 112 	
<p>Масса, кг, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - блок детектирования сцинтилляционный на основе NaI(Tl)/CsI(Tl) УДЕГР-ПК-00NCI 	3,5

Наименование характеристики	Значение
- блок детектирования сцинтилляционный на основе $\text{CeBr}_3/\text{LaBr}_3$ 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/3-03GE в сборе с сосудом Дьюара	20,0
- цифровое спектрометрическое устройство MCA527, модель A-GBS-MCA527	0,85
- цифровое спектрометрическое устройство MCA527, модель A-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 5 – 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 $\text{NaI}(\text{Tl})/\text{CsI}(\text{Tl})$		1 шт.
Цифровое спектрометрическое устройство MCA527		1 шт.
Устройство детектирования УДЕГР-ПК-01CLBR в составе:	ЛСРН.414411.005.01.01.00	1 компл. ²⁾
Блок детектирования сцинтилляционный на основе $\text{CeBr}_3/\text{LaBr}_3$		1 шт.
Цифровое спектрометрическое устройство MCA527		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 MCA527		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.

Наименование	Обозначение	Количество
Цифровое спектрометрическое устройство МСА527		1 шт.
Автоматизированное рабочее место оператора-спектрометриста АРМ	ЛСРН.466533.412	1 компл.
Блок питания и преобразования информации БППИ	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⁾
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	-	1 экз.
Спецификация программного обеспечения	7.ЛСРН.414411.005 СППО	1 экз.
Ведомость эксплуатационной документации	ЛСРН.414411.005 ВЭ	1 экз.
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.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2 «Использование по назначению» документа ЛСРН.414411.005 РЭ «Установки спектрометрические рентгеновского и гамма - излучения СЕГР-МСА527. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

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

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

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

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

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