

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

СОГЛАСОВАНО

Приложение к свидетельству
№ 41899 об утверждении типа
средств измерений



Комплексы гамма-спектрометрические мобильные ISO-CART	Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № <u>26016-10</u> Взамен № <u>26016-03</u>
--	--

Выпускаются по технической документации фирмы АМТЕК, торговая марка ORTEC, США.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплексы гамма-спектрометрические мобильные ISO-CART (далее – комплексы ISO-CART) предназначены для измерения спектрального состава и интенсивности гамма-излучения, активности (удельной, объёмной) гамма-излучающих радионуклидов в счётных образцах, а также для оценки содержания гамма-излучающих радионуклидов в средах и образцах с недостаточно известными свойствами поглощения гамма-излучения.

Комплексы ISO-CART предназначены для эксплуатации, как в передвижных, так и в стационарных радиометрических лабораториях. Комплексы ISO-CART применяются на предприятиях атомной промышленности для радиационного контроля при перемещении и хранении контейнеров с радиоактивными отходами, а также для контроля окружающей среды, в том числе для измерения активности естественных и техногенных гамма-излучающих радионуклидов в пробах почв, горных пород, растительности, воды, фуража, продуктов питания, строительных материалов, материалов химических производств, в сплавах, металлоломе и других технологических продуктах, и для оценки поверхностной активности гамма-излучающих радионуклидов на местности.

ОПИСАНИЕ

Каждый комплекс ISO-CART представляет собой портативный гамма-спектрометр, размещённый на специальной колёсной тележке, имеющей механизм вертикального перемещения детектора излучения и поворотный механизм, позволяющие установить детектор на разной высоте от пола и под любым углом к горизонту. На тележке также размещены сменные коллиматоры и установлен портативный компьютер, однако в режиме измерения и накопления спектров возможна автономная (без компьютера) работа спектрометра.

Гамма-спектрометрический тракт комплексов ISO-CART представляет собой детектор из особо чистого германия (ОЧГ), охлаждаемый жидким азотом или соединённый с электроохладителями различных типов, блоки высоковольтного и низкого питания (как в отдельном исполнении, так и в внутри корпуса блока детектирования), предусилитель, многоканальный цифровой анализатор (МКА).

В зависимости от конфигурации комплекса, его гамма-спектрометрический тракт может состоять из:

- спектрометра-радиометра гамма- и рентгеновского излучения digiDART (внесён в Государственный реестр под № 23179-07) на основе одноимённого МКА и портативного ОЧГ-детектора типов GEM или GMX;
- портативного ОЧГ-детектора типов GEM, SGD-GEM или GMX с дьюаром Gamma Gage или MOD с азотным охлаждением;
- гамма-спектрометра LDM100-GEM с внешним (X-COOLER-II) или встроенным электроохладителем;
- гамма-спектрометра IDM с коаксиальными ОЧГ-детекторами;
- МКА digiDART (в случае использования интегрированных гамма-спектрометров LDM100-GEM и IDM – не требуется).

Кроме того, комплекс ISO-CART включает в себя программные пакеты ISOPlus-B32, ЛСРМ-СПОРО, осуществляющие управление спектрометром, автоматизацию измерений и выполнение в интерактивном режиме оценок содержания гамма-излучающих радионуклидов в средах и образцах с недостаточно известными свойствами поглощения гамма-излучения.

Принцип действия измерительной гамма-спектрометрической части комплекса ISO-CART основан на регистрации ОЧГ-детектором гамма-излучения, испускаемого радионуклидами, присутствующими в среде или образце, получении спектра амплитудного распределения и выделении в спектре пиков полного поглощения (ППП) гамма-квантов. По положению ППП в спектре определяют энергии гамма-квантов E_i (спектрометр предварительно градуируют по энергии с помощью эталонных источников гамма излучения), по значениям энергий E_i идентифицируют присутствующие радионуклиды. Определяют скорости счёта импульсов в ППП. Расчёт активности радионуклидов, присутствующих в образце, проводят по скоростям счёта импульсов в ППП с учётом абсолютных интенсивностей гамма-излучения и эффективности регистрации гамма-квантов в ППП, которая устанавливается расчётно-экспериментальным путём с использованием предварительной калибровки спектрометра по точечным или объёмным эталонным мерам активности.

Оценку содержания гамма-излучающих радионуклидов в средах и образцах с недостаточно известными свойствами поглощения гамма-излучения при наличии в них многократных радионуклидов проводят по скоростям счёта в ППП гамма-квантов путём подбора свойств ослабления излучения и геометрических параметров, и введения поправок к расчётно-экспериментальным значениям эффективности регистрации таким образом, чтобы совпали значения активности, рассчитанные для всех линий радионуклида. Все операции производятся на ЭВМ с помощью программного пакета ISO Plus-B32. Паспорт контейнера (упаковки), содержащего радионуклиды, в соответствии с требованиями СПОРО и других нормативных документов может быть подготовлен с помощью специализированного программного обеспечения, например, «ЛСРМ-СПОРО».

Работа спектрометра комплекса ISO-CART осуществляется оператором с ЭВМ через USB-порт. В случае использования МКА digiDART возможна автономная без ЭВМ работа комплекса ISO-CART в режиме измерения и накопления спектров путём управления с пульта анализатора и записи спектров в его встроенную память, визуализации спектров на экране МКА и обработки по ряду областей интереса (ROI). При этом для реализации полных аналитических возможностей комплекса предусмотрена возможность передачи накопленной информации через USB для обработки в ЭВМ после окончания проведения измерений.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Технические характеристики комплексов ISO-CART определяются, в основном, типом и эффективностью применяемых детекторов излучения.

Основные технические характеристики комплексов ISO-CART представлены в таблице 1.
Таблица 1 – Основные технические характеристики.

Наименование характеристики	Значение
1. Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ – при использовании детекторов GEM, SGD-GEM (p-типа), детекторов в составе LDM100-GEM, IDM – при использовании детекторов GMX (n-типа)	от 40 до 7000 от 3 до 7000
2. Пределы допускаемой относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	± 0,025
3. Энергетическое разрешение спектрометрического тракта комплекса, кэВ, не более: – при использовании детекторов GEM, SGD-GEM (p-типа), детекторов в составе LDM100-GEM, IDM – при использовании детекторов GMX (n-типа)	1,75-2,15 (на линии 1,33 МэВ), 0,825-1,5 (на линии 122 кэВ). 1,80-2,40 (на линии 1,33 МэВ), 0,665-1,3 (на линии 5,9 кэВ).
4. Относительная эффективность регистрации гамма-квантов с энергией 1,33 МэВ (Co-60) в пике полного поглощения, %	от 10 до 150 (50 для IDM, 40 для LDM100-GEM)
5. Максимальная входная статистическая нагрузка, с ⁻¹ , не менее	10 ⁵
6. Число каналов анализатора	16384/32768
7. Пределы допускаемой относительной неисключённой систематической погрешности измерения активности в счётном образце (при P=0,95), %, не более	± 5
8. Суммарная стандартная неопределённость при оценке содержания гамма-излучающих радионуклидов в однородных средах и образцах с известными свойствами поглощения гамма-излучения, %	от ± 5 до ± 30
9. Суммарная стандартная неопределённость при оценке содержания гамма-излучающих радионуклидов в средах и образцах с недостаточно известными свойствами поглощения гамма-излучения, %	от ± 5 до ± 75
10. Температурная нестабильность, %/°C	не более 0,0075 (при изменении температуры от минус 10 до +60 °C)
11. Время установления рабочего режима, мин, не более	30 (без учёта времени охлаждения детектора)
12. Время работы от встроенных аккумуляторов, ч, не менее	9
13. Нестабильность за время непрерывной работы, %, не более	0,0075
14. Рабочие условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °C – атмосферное давление, кПа – относительная влажность воздуха, %	от минус 20 до +50 (IDM) от +5 до +35 (X-cooler II) от минус 10 до +60 (GEM,GMX,SGD-GEM) от 0 до 35 (LDM100-GEM) от 86 до 106,7 от 30 до 80 (до 100 для IDM)

<p>15. Питание комплекса:</p> <ul style="list-style-type: none"> – многоканальный цифровой анализатор digiDART от встроенного аккумулятора типа SONY NP-960 напряжением, В от сети переменного тока частотой (50±1) Гц напряжением, В потребляемая мощность, ВА, не более – портативный компьютер от аккумулятора напряжением, В от сети переменного тока частотой (50±1) Гц напряжением, В потребляемая мощность, ВА, не более – портативный гамма- спектрометр IDM с планарным ОЧГ-детектором 50% относительной эффективности и встроенным электроохладителем от сети переменного тока частотой (50±1) Гц напряжением, В потребляемая мощность, ВА, не более – портативный гамма-спектрометр LDM100-GEM с коаксиальным ОЧГ-детектором 45% относительной эффективности и встроенным электроохладителем от сети переменного тока частотой (50±1) Гц напряжением, В от сети постоянного напряжения, В потребляемая мощность, ВА, не более – гамма-детекторы с внешним электроохладителем X-Cooler-II от сети переменного тока частотой (50±1) Гц напряжением, В потребляемая мощность, Вт 	<p style="text-align: right;">7,2 от 100 до 240 15 12 от 100 до 240 15 от 100 до 240 50 от 100 до 240 10 - 17 30 220⁺²²₋₃₃ до 500</p>
<p>16. Габаритные размеры и масса комплекса ISO-CART, не более</p> <p>Габаритные размеры и масса основных частей комплекса ISO-CART, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> – тележка для установки и перемещения комплекса – SHD-1 (защита из свинца с креплением детектора, коллиматор длиной 20 см, толщиной 1,6 см) – анализатор digiDART – детектор GEM , SGD-GEM или GMX с дьюаром – портативный компьютер – лазерный дальномер – интегрированный гамма-спектрометр IDM с планарным ОЧГ-детектором и встроенным электроохладителем – интегрированный гамма-спектрометр LDM100-GEM с коаксиальным ОЧГ-детектором и встроенным электроохладителем – электроохладитель X-COOLER-II 	<p style="text-align: right;">(1220x600x1010) мм, 125 кг</p> <p style="text-align: right;">(1220x550x1010) мм, 25 кг</p> <p style="text-align: right;">(264x200x775) мм, 17 кг</p> <p style="text-align: right;">(200x100x75) мм, 0,9 кг с аккумулятором</p> <p style="text-align: right;">(300 x 300 x 590-740) мм, за- висит от модели дьюара и эффективности детектора, 7-10 кг</p> <p style="text-align: right;">(300x300x50) мм, 3 кг</p> <p style="text-align: right;">(188x70x47) мм, 1 кг</p> <p style="text-align: right;">(473x456x229) мм, 22,7 кг без защиты детектора 27,2 кг с защитой детектора</p> <p style="text-align: right;">7,26 кг без защиты детектора</p> <p style="text-align: right;">Компрессор (320x320x280) мм 16,4 кг</p> <p style="text-align: right;">Хладообменник 5 кг Длина хладообменника с де- тектором от 59 до 65 см</p>

Примечание.

Приведённые радиационные характеристики комплексов определены по эталонным источникам типа ИМН-Г-1 (прежнее название – ОСГИ) в штатной геометрии измерений – на оси симметрии детектора, на расстоянии 250 мм от торцевой поверхности криостата.

Аналогичные характеристики для других рабочих геометрий определяются по методикам выполнения измерений (МВИ), аттестованным в установленном порядке.

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации методом компьютерной графики и на комплекс гамма-спектрометрический мобильный ISO-CART – по технологии поставщика (ЗАО «Приборы»).

КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки комплексов гамма-спектрометрических мобильных ISO-CART входят составные части, дополнительное оборудование и техническая документация, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Комплект поставки.

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Спектрометр-радиометр цифровой портативный digiDART в составе: – цифровой портативный многоканальный анализатор; – детектирующая система: ОЧГ детектор гамма-излучения, сосуд Дьюара, криостат, или электроохладитель (вместо дьюаров и криостатов)	DigiDART	1*	Внесён в Госреестр СИ РФ под № 23179-07
	GEM, SGD-GEM или GMX	1*	
	CFG-GG с дьюарами DWR 3.0G на 3л или DWR5.0G на 5л или CFG-PMOD4 с индексами ...3 - на 3л и ...7 - на 7л объёма заполнения жидкого азота	1*	
	X-COOLER-II	1**	
Интегрированные спектрометры с ОЧГ и электроохладителем	IDM	1**	Вместо DigiDART и детектирующей системы
	LDM100-GEM	1**	
Тележка для установки и перемещения детектора	ISO-CART, Techni-CART	1*	Включает ISO-DCC
Система крепления детектор-коллиматор	ISO-DCC	1**	
Коллиматор	SHD-1	1*	
Коллиматор	SHD-2 или SHD-3	1**	
Адаптер для наполнения детектора жидким азотом	PFB-MOD или B/PFA	1**	В соответствии с типом Дьюара
Программное обеспечение (на CD-диске или дискетах)	ISOPLUS-B32, ЛСРМ-СПОРО	1	
		1**	
Руководство по эксплуатации		1	Методика поверки по МИ 1916-88
Портативный компьютер		1**	
Устройство заливки азота: дьюар 30л или 50л DWR-30 или DWR-50; пробка-вентиль WD/30 или WD/50; соединительный шланг типа TL	ISO-DEWAR	1**	
Электроохладитель	X-cooler II	1**	Вместо системы жидкоазотного охлаждения
	IDM	1**	
	LDM100-GEM	1**	

Система крепления детектор-коллиматор с электроохладителем	ISO-DCC-X	1**	Вместо системы жидкоазотного охлаждения
Лазерный дальномер	ISO-LASERMETER	1**	
Беспроводная система передачи данных	ISO-WIRELESS	1**	
Ящик для транспортировки комплекса	ISO-BOX	1**	
Поворотный стол для контейнеров и бочек весом до 445 кг	ISO-TURNTABLE	1**	

Примечания:

*) – количество и тип по согласованию с заказчиком;

**) – дополнительная поставка по желанию заказчика.

ПОВЕРКА

Поверка комплексов гамма-спектрометрических мобильных ISO-CART проводится в соответствии с документом МИ 1916-88 "ГСИ. Гамма-спектрометры с полупроводниковыми детекторами. Методика поверки".

Межповерочный интервал – два года.

НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 4.59-79 Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей.

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

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

ГОСТ 8.033-96 Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников.

Техническая документация фирмы АМЕТЕК, (торговая марка ORTEC), США.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип комплексов гамма-спектрометрических мобильных ISO-CART утверждён с техническими и метрологическими характеристиками, приведёнными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации согласно государственной поверочной схеме ГОСТ 8.033-96.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Фирма АМЕТЕК, торговая марка ORTEC, США.

Адрес: 801, South Illinois Avenue, Oak Ridge, TN, 37831-0895, USA.

Тел.: (865) 482-4411

Факс: (865) 483-0396

Поставщик: ЗАО «Приборы».

Адрес: 115035, Москва, ул. Кантемировская, д. 3, корп. 3.

Тел.: (495) 937-45-94

Факс: (495) 937-45-92

Генеральный директор ЗАО «Приборы»



Эрки Тойво Иоханнес Эряпоха