

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексы гамма-спектрометрические мобильные ISO- CART

Назначение средства измерений

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

Описание средства измерений

Каждый комплекс ISO-CART представляет собой портативный гамма-спектрометр, размещенный на специальной колесной 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 соединенный с электроохладителями различных типов, блоки высоковольтного и низкого питания (как в отдельном исполнении, так и внутри корпуса 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 Госреестр под №23179-08) на основе одноимённого многоканального цифрового анализатора (МКА) и портативного ОЧГ-детектора типов GEM или GMX;
- портативного ОЧГ детектора типов GEM, SGD-GEM или GMX с системой охлаждения с использованием или без использования жидкого азота.
- интегрированных гамма-спектрометров LDM и IDM, включающих в себя коаксиальный ОЧГ-детектор, электроохладитель.

Система охлаждения может состоять из переносного дьюара Gamma Gage или MOD (азотное охлаждение) или электромеханического электроохладителя типа X-Cooler-III или ICS.

Внешний вид комплекса ISO-CART представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид комплекса ISO-CART

Комплексы ISO-CART предназначены для эксплуатации как в передвижных, так и в стационарных радиометрических лабораториях.

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 счета импульсов в ППП. Расчет активности радионуклидов, присутствующих в образце, проводят по скоростям счета импульсов в ППП с учетом абсолютных интенсивностей гамма-излучения и эффективности регистрации гамма-квантов в ППП, которая устанавливается расчетно-экспериментальным путем с использованием предварительной калибровки спектрометра по точечным или объемным 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 счета в ППП гамма-квантов путем подбора свойств ослабления излучения и геометрических параметров и введения поправок к расчетно-экспериментальным значениям эффективности регистрации таким образом, чтобы совпадали значения активности, рассчитанные для всех линий радионуклида.

Все операции, а также подготовка паспорта контейнера (упаковки), содержащего радионуклиды, в соответствии с требованиями СПОРО и других нормативных документов, производятся на персональном компьютере (ПК) с помощью соответствующего программного обеспечения (ПО).

Опломбирование комплексов ISO-CART не предусмотрено.

Программное обеспечение

ПО «A65-BW MAESTRO», поставляемое в составе комплекса ISO-CART, обеспечивает управление работой и настройку спектрометра с ПК.

ПО «A65-BW MAESTRO» обеспечивает контроль системы сбора данных, управление МКА и функции качественного анализа гамма-спектров на основе ПК. Включает систему подсказок в режиме реального времени и защиту меню оператора паролем.

ПО «A65-BW MAESTRO» работает на платформе Windows. Связь аппаратных средств МКА с системой осуществляется по интерфейсу USB.

Идентификационные данные ПО «A65-BW MAESTRO» приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Сведения о ПО «A65-BW MAESTRO»

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Mca32.exe	6.08 и выше	20F273507074677CD1115465063 D9C3F	MD5

Примечание – спектрометры, выпущенные из производства до 2015 года, имеют в составе ПО «A65-BW MAESTRO» версия не ниже 6.03.

Защита ПО «A65-BW MAESTRO» от непреднамеренных и преднамеренных изменений имеет уровень защиты «средний».

Совместимым ПО управления МКА и количественного анализа гамма-спектров являются ПО «ISOPLUS» и «ЛСРМ-СПОРО».

При комплектации базовым ПО с номером выше 6.08, а также совместимыми ПО в сопроводительной документации должны быть указаны идентификационные данные ПО для последующего метрологического обслуживания.

Метрологические и технические характеристики

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

Основные метрологические и технические характеристики комплекса ISO-CART приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологические и технические характеристики спектрометров

Наименование характеристики	Значение
1 Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ - при использовании детекторов GEM, SGD-GEM (p-типа), детекторов в составе LDM, 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: - при использовании детекторов GEM, SGD-GEM (p-типа), детекторов в составе LDM, 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 1332,5 кэВ (Co-60) в пике полного поглощения, %	от 10 до 150 (50 для IDM, 40 для LDM)
5 Максимальная входная статистическая нагрузка, с ⁻¹	10 ⁵
6 Число каналов анализатора	16384/32768**
7 Относительная неисключенная систематическая погрешность определения активности в счетном образце (при P=0,95), %	±5
8 Суммарная стандартная неопределенность при оценке содержания гамма-излучающих радионуклидов в гомогенных средах и образцах с известными свойствами поглощения гамма-излучения при уровне доверия 0,95, %	от ±5 до ±30
9 Суммарная стандартная неопределенность при оценке содержания гамма-излучающих радионуклидов в средах и образцах с недостаточно известными свойствами поглощения гамма-излучения при уровне доверия 0,95, %	от ±5 до ±75
10 Температурная нестабильность, %/°C	не более 0,0075 (при изменении температуры от минус 10 до плюс 60 °C)
11 Время установления рабочего режима, мин	не более 30 (без учета 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, °С	от минус 20 до плюс 50 (IDM) от плюс 5 до плюс 35 (X-Cooler-III или ICS) от минус 10 до плюс 60 (GEM,GMX,SGD-GEM) от 0 до 35 (LDM)
атмосферное давление, кПа	86-106,7
относительная влажность воздуха, %	30-80 (до 100 для IDM)
15 Питание комплекса: - 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, В·А, не более - портативный компьютер от аккумулятора напряжением, В от сети переменного тока частотой 50 (±1) Гц напряжением, В потребляемая мощность, В·А, 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, В·А, не более - портативный гамма- спектрометр LDM 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, В·А, не более - гамма-детекторы с внешним электроохладителем X-Cooler-III или ICS от сети переменного тока частотой 50 (±1) Гц напряжением, В потребляемая мощность, В·А	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
16 Габаритные размеры и масса комплекса ISO-CART Габаритные размеры и масса основных частей комплекса ISO-CART:	(1220x600x1010) мм не более 125 кг

- тележка для установки и перемещения комплекса	(1220x550x1010) мм 25 кг
- SHD-1 (защита из свинца с креплением детектора, коллиматор длиной 20 см, толщиной 1,6 см)	(264x200x775) мм 17 кг
- МКА digiDART	(200x100x75) мм 0,9 кг с аккумулятором
- детектор GEM, SGD-GEM или GMX с дьюаром	(300x300x590-740) мм зависит от модели дьюара и эффективности детектора 7-10 кг
- портативный компьютер	(300x300x50) мм 3 кг
- лазерный дальномер	(188x70x47) мм 1 кг
- интегрированный гамма-спектрометр IDM с планарным ОЧГ-детектором и встроенным электроохладителем	(473x456x229) мм 22,7 кг без защиты детектора 27,2 кг с защитой детектора
- интегрированный гамма-спектрометр LDM с коаксиальным ОЧГ детектором и встроенным электроохладителем	7,26 кг без защиты детектора
- электроохладитель X-Cooler-III или ICS	Компрессор (320x320x280) мм 16,4 кг Хладообменник 5 кг Длина хладообменника с детектором от 59 до 65 см

Примечание - Характеристики комплексов приведены для измерения точечного источника в штатной геометрии (на оси симметрии детектора, на расстоянии 250 мм от торцевой поверхности криостата). Измерения в рабочей геометрии выполняются по методикам измерений, аттестованным в установленном порядке.

Знак утверждения типа

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

Комплектность средства измерений

В комплект поставки комплексов гамма-спектрометрических мобильных ISO-CART входят оборудование и документация, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

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) Интегрированные спектрометры с детектором ОЧГ и электроохладителем	DigiDART GEM, IDM, SGD-GEM или GMX, CFG-PG или CFG-PMOD с индексами ...4-3 на 3л и ...4-7 на 7 л объема заполнения жидкого азота X-Cooler-III или ICS IDM LDM	1* 1** 1** 1**	Внесен в Госреестр СИ РФ под № 23179-08 Вместо Digidart и детектирующей системы
Тележка для установки и перемещения детектора	ISO-CART, Techni-CART	1*	Включает ISO-DCC
Система крепления детектор-коллиматор	ISO-DCC	1**	
Коллиматоры	SHD или TSP-ISO-SHLD	1*	
Адаптер для наполнения детектора жидким азотом	PFB-MOD или B/PFA	1**	В соответствии с типом Дьюара
Устройство заливки азота: дьюар 30 л или 50 л DWR-30 или DWR-50; пробка-вентиль WD/30 или WD/50; соединительный шланг типа TL	ISO-DEWAR	1**	
Электроохладитель	X-Cooler-III или ICS IDM LDM	1** 1** 1**	Вместо системы жидкоазотного охлаждения
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**	
Базовое ПО	A65-BW Maestro	1	
Совместимое ПО	ISOPUS LCPM-СПОРО	1** 1**	

Руководство по эксплуатации		1	Методика поверки по МИ 1916-88
Компьютер		1**	
Принтер		1**	

Примечания:

*) – количество и тип по согласованию с заказчиком;

***) – дополнительная поставка по желанию заказчика.

Поверка

осуществляется в соответствии с МИ 1916-88 "ГСИ. Гамма-спектрометры с полупроводниковыми детекторами. Методика поверки".

Основные средства поверки:

Спектрометрические гамма-источники 1-го разряда типа ОСГИ, активностью от 10^4 до 10^5 Бк, с погрешностью $\pm 3\%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

Метод измерений изложен в эксплуатационной документации на комплекс ISO-CART.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к комплексам гамма-спектрометрическим мобильным ISO-CART

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

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

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

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

5 Техническая документация фирмы АМЕТЕС, США.

Изготовитель

Фирма «АМЕТЕК», торговая марка «ORTEC», США
801 South Illinois Ave. Oak Ridge. TN 37830, USA,
телефон/факс +44 118 936 1211

Заявитель

Закрытое Акционерное Общество «ПРИБОРЫ» (ЗАО «ПРИБОРЫ»)
Юридический адрес: 115304, г. Москва, ул. Кантемировская, д. 3, к. 3.
Фактический адрес: 109028, г. Москва, Певческий пер., д. 4, стр. 1.
Тел. (495) 937-45-94, факс (495) 937-45-92, сайт: www.pribori.com.

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,

Адрес: 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., 19,

Тел. (812) 251-76-01, факс (812) 713-01-14, info@vniim.ru,

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа №30001-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. " _____ " _____ 2015 г.