

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

В.Л. Гуревич

2019

**Комплексы гамма-спектрометрические
мобильные ISO-CART**

Внесены в Государственный реестр средств
измерений Республики Беларусь
Регистрационный номер № РБ 03 27 7145 19

Выпускают по технической документации фирмы «AMETEK, ORTEC™», Соединенные Штаты Америки.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплексы гамма-спектрометрические мобильные ISO-CART (далее – комплексы) 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.

Область применения – только на Государственном предприятии «Белорусская АЭС».

ОПИСАНИЕ

Каждый комплекс 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 представляет собой детектор из особо чистого германия (далее – ОЧГ), охлаждаемый жидким азотом или соединенный с электроохладителями различных типов, блоки высоковольтного и низковольтного питания (как в отдельном исполнении, так и внутри корпуса детектирования), предусилитель, многоканальный цифровой анализатор (далее – МКА).

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

- спектрометра-радиометра гамма- и рентгеновского излучения digiDART на основе одноименного 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 и 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 представлен на рисунке 1.



Рис. 1 – Комплекс гамма-спектрометрический мобильный ISO-CART

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

Принцип действия измерительной гамма-спектрометрической части комплекса 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 (далее – 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, производится на персональном компьютере с помощью соответствующего программного обеспечения.

Опломбирование комплексов не предусмотрено.

Программное обеспечение «A65-BW MAESTRO» (далее – ПО), поставляемое в составе комплекса, обеспечивает управление работой и настройку спектрометра с ПК.

ПО 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 работает на платформе Windows. Связь аппаратных средств МКА с системой осуществляется по интерфейсу USB.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Mca32.exe	6.08	20F273507074677CD1115465 063D9C3F	MD5

Примечание: спектрометры, выпущенные из производства до 2015 года, имеют в составе ПО версии не ниже 6.03.

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню защиты «средний».

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные метрологические и технические характеристики комплекса приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
1	2
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
Пределы допускаемой относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	±0,025
Энергетическое разрешение спектрометрического тракта комплекса, кэВ: - при использовании детекторов GEM, SGD-GEM (p-типа), детекторов в составе LDM, IDM: а) на линии 1,33 МэВ б) на линии 122 кэВ - при использовании детекторов GMX (n-типа): а) на линии 1,33 МэВ б) на линии 5,9 кэВ	от 1,75 до 2,15 от 0,825 до 1,5 от 1,80 до 2,40 от 0,665 до 1,3
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)
Максимальная входная статистическая нагрузка, с ⁻¹	10 ⁵
Число каналов анализатора	16384/32768
Относительная неисключенная систематическая погрешность определения активности в счетном образце (при P=0,95), %	±5
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



Продолжение таблицы 2

1	2
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
Температурная нестабильность при изменении температуры от минус 10 °С до плюс 60 °С, %/°С, не более	0,0075
Время установления рабочего режима без учета времени охлаждения детектора, мин, не более	30
Время работы от встроенных аккумуляторов, ч, не менее	9
Нестабильность за время непрерывной работы, %, не более	0,0075
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С: а) IDM б) X-Cooler-III или ICS в) GEM, GMX, SGD-GEM г) LDM - атмосферное давление, кПа - относительная влажность воздуха, %	от минус 20 до плюс 50 от плюс 5 до плюс 35 от минус 10 до плюс 60 от 0 до 35 от 86 до 106,7 от 30 до 80 (до 100 для IDM)
Питание комплекса: - многоканальный цифровой анализатор digiDART: а) напряжение питания от встроенного аккумулятора типа SONY NP-960, В б) напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 $\pm$ 1 Гц, В в) потребляемая мощность, В·А, не более - портативный компьютер: а) напряжение питания от аккумулятора, В б) напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 $\pm$ 1 Гц, В в) потребляемая мощность, В·А, не более - портативный гамма-спектрометр IDM с планарным ОЧГ детектором 50 % относительной эффективности и встроенным электроохладителем: а) напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 $\pm$ 1 Гц, В б) потребляемая мощность, В·А, не более - портативный гамма-спектрометр LDM с коаксиальным ОЧГ детектором 45 % относительной эффективности и встроенным электроохладителем: а) напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 $\pm$ 1 Гц, В б) напряжение питания от сети постоянного, В в) потребляемая мощность, В·А, не более - гамма-детекторы с внешним электроохладителем X-Cooler-III или ICS: а) напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 $\pm$ 1 Гц, В б) потребляемая мощность, В·А, не более	7,2 от 100 до 240 15 12 от 100 до 240 15 от 100 до 240 50 от 100 до 240 от 10 до 17 30 220 ⁺²² ₋₃₃ 500
Габаритные размеры комплекса, мм	1220x600x1010
Масса комплекса, кг, не более	125

Окончание таблицы 2

1	2
Габаритные размеры и масса основных частей комплекса:	
- тележка для установки и перемещения комплекса:	
а) габаритные размеры, мм	1220x550x1010
б) масса, кг	25
- SHD-1 (защита т свинца с креплением детектора, коллиматор длиной 20 см, толщиной 1,6 см):	
а) габаритные размеры, мм	264x200x775
б) масса, кг	17
- MKA digiDART:	
а) габаритные размеры, мм	200x100x75
б) масса с аккумулятором, кг	0,9
- детектор GEM, SGD-GEM или GMX с дьюаром:	
а) габаритные размеры зависит от модели дьюара и эффективности детектора, мм	300x300x(от 590 до 740)
б) масса, кг	от 7 до 10
- портативный компьютер:	
а) габаритные размеры, мм	300x300x50
б) масса, кг	3
- лазерный дальномер:	
а) габаритные размеры, мм	188x70x47
б) масса, кг	1
- интегрированный гамма-спектрометр IDM с планарным ОЧГ-детектором и встроенным электроохладителем:	
а) габаритные размеры, мм	473x456x229
б) масса без защиты детектора, кг	22,7
в) масса с защитой детектора, кг	27,2
- масса интегрированного гамма-спектрометра LDM с коаксиальным ОЧГ детектором и встроенным электроохладителем без защиты детектора, кг	7,26
- электроохладитель X-Cooler-III или ICS:	
а) габаритные размеры компрессора, мм	320x320x280
б) масса компрессора, кг	16,4
в) масса хладообменника, кг	5
г) длина хладообменника с детектором, см	от 59 до 65
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 Республики Беларусь наносится типографским способом на титульный лист эксплуатационной документации.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплектность поставки комплексов приведена в таблице 3.



Таблица 3

№ пп	Наименование изделия	Примечание
1	Спектрометр-радиометр цифровой портативный digiDART в составе: - цифровой портативный многоканальный анализатор DigiDART - детектирующая система GEM, IDM, SGD-GEM или GMX, CFG-PG или CFG-PMOD с индексами ...4-3 на 3 л и ...4-7 на 7 л объема заполнения жидкого азота X-Cooler-III или ICS: а) ОЧГ детектор гамма-излучения б) сосуд Дьюара в) криостат или электроохладитель (вместо дьюаров и криостатов) IDM, LDM Интегрированные спектрометры с детектором ОЧГ и электроохладителем	Количество и тип по согласованию с заказчиком Дополнительная поставка по желанию заказчика Дополнительная поставка по желанию заказчика Вместо DigiDART и детектирующей системы
2	Тележка для установки и перемещения детектора ISO-CART, Techni-CART	Включает ISO-DCC. Количество и тип по согласованию с заказчиком
3	Система крепления детектор-коллиматор ISO-DCC	Дополнительная поставка по желанию заказчика
4	Коллиматоры SHD или TSP-ISO-SHLD	Количество и тип по согласованию с заказчиком
5	Адаптер для наполнения детектора жидким азотом PFB-MOD или B/PFA	В соответствии с типом Дьюара. Дополнительная поставка по желанию заказчика
6	Устройство заливки азота ISO-DEWAR: дьюар 30 л или 50 л DWR-30 или DWR-50; пробка-вентиль WD/30 или WD/50; соединительный шланг типа TL	Дополнительная поставка по желанию заказчика
7	Электроохладитель X-Cooler-III или ICS, IDM, LDM	Вместо системы жидкоазотного охлаждения. Дополнительная поставка по желанию заказчика
8	Система крепления детектор-коллиматор с электроохладителем ISO-DCC-X	
9	Лазерный дальномер ISO-LASERMETER	Дополнительная поставка по желанию заказчика
10	Беспроводная система передачи данных ISO-WIRELESS	
11	Ящик для транспортировки комплекса ISO-BOX	
12	Поворотный стол для контейнеров и бочек весом до 445 кг ISO-TURNTABLE	
13	Базовое ПО «A65-BW Maestro»	Количество – 1 шт.
14	Руководство по эксплуатации	Количество – 1 экз.
15	Компьютер	Дополнительная поставка по желанию заказчика
16	Принтер	



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексы гамма-спектрометрические мобильные ISO-CART соответствуют требованиям технической документации фирмы «AMETEK, ORTEC™», Соединенные Штаты Америки.

Поверку для Республики Беларусь проводить по СТБ 8067-2017.

Межповерочный интервал – не более 24 месяцев.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Фирма «AMETEK, ORTEC™», Соединенные Штаты Америки.
Адрес: 801 South Illinois Ave, Oak Ridge, TN 37830, USA
Тел.: +44-118-936-1211
Факс: +44-118-936-1211

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

Адрес: Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
Тел: (812) 251-76-01
Факс: (812) 713-01-14
Email: info@vniim.ru

Начальник научно-исследовательского отдела
законодательной и теоретической метрологии,
научно-технических программ

 М.В. Шабанов



In brief