

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «16» мая 2022 г. № 1192

Регистрационный № 85578-22

Лист № 1
Всего листов 7

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры гамма-излучения портативные полупроводниковые электроохлаждаемые с функцией идентификации радионуклидов Detective X

Назначение средства измерений

Спектрометры гамма-излучения портативные полупроводниковые электроохлаждаемые с функцией идентификации радионуклидов Detective X (далее по тексту – спектрометры Detective X) предназначены для измерений энергетического распределения гамма-излучения с целью поиска радиационных источников и идентификации их радионуклидного состава, а также для измерений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения.

Описание средства измерений

Принцип действия спектрометров Detective X основан на регистрации гамма-квантов детектором из особо чистого германия (ОЧГ детектором), преобразовании их энергии в электрические импульсы пропорциональной амплитуды, получении спектра амплитуд импульсов и выделении в спектре пиков полного поглощения (ППП) гамма-квантов. По положению ППП в спектре с помощью программного обеспечения (ПО) устройства определяются энергии гамма-квантов, энергетическая градуировка устройства автоматически поддерживается по реперному пику гамма-излучения К-40. Для идентификации радионуклидов используется интеллектуальный алгоритм, реализованный в ПО спектрометра, и встроенная библиотека радионуклидов.

Спектрометр Detective X имеет четыре модификации Detective X, Detective X-N, Detective X-8 и Detective X-8-N. Модификации отличаются диапазоном регистрируемых энергий гамма-квантов и наличием/отсутствием нейтронного счетчика.

Спектрометр Detective X рассчитан на работу в диапазоне регистрируемых энергий до 3 МэВ (модификации Detective X и Detective X-N) или до 8 МэВ (модификации Detective X-8 и Detective X-8-N).

Опционально спектрометр Detective X может комплектоваться нейтронным детектором на основе счетчика ${}^6\text{LiF/ZnS}$, обеспечивающим регистрацию нейтронов с энергией от 0,025 эВ до 1 кэВ для оценки наличия и интенсивности нейтронного излучения (модификации Detective X-N и Detective X-8-N).

Спектрометр Detective X представляет собой носимый прибор, выполненный в виде компактного моноблока в корпусе из сверхпрочного поликарбоната, обеспечивающим механическую защиту компонентов. В моноблоке установлены:

- ОЧГ детектор;
- 2 энергокомпенсированных счетчика Гейгера-Мюллера;
- цифровой многоканальный анализатор (МКА);
- встроенный микрокомпьютер с жидкокристаллическим (ЖК) сенсорным экраном, вибромодулем и динамиком;
- приемник системы глобального позиционирования GPS;
- криостат и электроохладитель;

- 2 батареи (аккумуляторы).

На задней панели расположены разъем для зарядного устройства, а также панель порта данных, содержащая разъемы Ethernet для подключения к сети или к внешнему компьютеру, USB для подключения флеш-накопителя и miniUSB для считывания накопленных файлов данных на внешний компьютер. Панель порта данных также содержит специальные разъемы для обслуживания прибора авторизованными специалистами ORTEC.

Для дистанционного управления и передачи данных в приборе предусмотрены средства проводной (Ethernet, USB) и беспроводной связи (WiFi, Bluetooth).

ОЧГ детектор гамма-квантов диаметром 65 мм и высотой 50 мм помещён в усиленный криостат, охлаждаемый с помощью электромеханического охладителя на цикле Стирлинга, обладающего повышенной охлаждающей способностью на фоне малого энергопотребления. Усиленный криостат позволяет включать и выключать охладитель в любой момент без риска повреждения кристалла.

Мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) гамма-излучения при уровнях ниже 20 мкЗв/ч определяется по спектру, полученному с помощью ОЧГ детектора. При превышении этого уровня МАЭД гамма-излучения определяется по скорости счета импульсов от двух встроенных энергокомпенсированных счетчиков Гейгера. Переключение между измерительными каналами осуществляется автоматически.

Выполнение всех функций спектрометра осуществляется с помощью встроенного программного обеспечения DetectiveX и Mobile MCB Server, работающих под управлением операционной системы Windows Mobile. ПО DetectiveX обеспечивает функции поиска и идентификации в автономном режиме, ПО Mobile MCB Server служит для установления связи с внешним компьютером и работы в спектрометрическом режиме с использованием установленного на внешний компьютер ПО Maestro (входит в комплект поставки) или других совместимых с устройствами ORTEC приложений.

Для спектрометра предусмотрено три основных режима работы:

- Обнаружение (Detect Mode) - основной инструмент для обнаружения радиоактивного материала, индекс сигнала (Signal Index) показывает изменение уровня излучения, помогая локализовать и затем идентифицировать источник;
- Идентификация (ID Mode) - режим предназначен для накопления и анализа данных с целью идентификации радионуклидов. Экран режима ID также позволяет пользователю просматривать спектральные данные и перечень наиболее интенсивных линий гамма-спектра во время накопления данных;
- Спектрометрия (Mobile MCB Server) – режим подключения внешнего компьютера для работы в качестве спектрометра энергий гамма-излучения.

Переключение из одного режима в другой может осуществляться как автоматически, так и по команде оператора.

Безопасная работа оператора дополнительно обеспечивается сигналами тревоги. Спектрометр Detective X подает сигнал тревоги (звук или вибрация) в следующих случаях (порядке убывания приоритета):

- опасность персонала (превышение мощностью дозы гамма- и/или нейтронного излучения заданного порога безопасности);
- ошибка системы;
- перегрузка измерительного тракта;
- идентифицированный нуклид.

Встроенная редактируемая библиотека содержит более 100 нуклидов. Работа спектрометра Detective X настроена и оптимизирована для обнаружения ключевых изотопов, с которыми сталкиваются в области ядерной безопасности и радиационной защите (Uranium, Plutonium, Bremsstrahlung) в промышленных применениях (Industrial), в области защиты окружающей среды (NORM), в радиационной медицине (Medical) и других (Other).

Общий вид спектрометра Detective X показан на рисунке 1.

Места пломбирования показаны на рисунке 2.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в случае его оформления.

Серийный номер по принятой нумерации предприятия-изготовителя наносится на самоклеющуюся фирменную табличку на задней панели корпуса спектрометра.



Рисунок 1 – общий вид спектрометра Detective X

Предусмотрено пломбирование спектрометра Detective X. Места размещения пломб показаны на рисунке 2.



Рис. 2. Пломбирование спектрометра Detective X

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) спектрометра Detective X состоит из встроенного ПО DetectiveX и Mobile MCB Server, а также автономного ПО Maestro, установленного на подключаемый к спектрометру внешний компьютер.

ПО DetectiveX и Mobile MCB Server установлены на встроенный компьютер с операционной системой Windows Mobile. ПО DetectiveX обеспечивает функции поиска и идентификации в автономном режиме, ПО Mobile MCB Server служит для установления связи с внешним компьютером и работы в спектрометрическом режиме с использованием установленного на внешний компьютер ПО Maestro.

MAESTRO объединяет в себе контроль системы сбора данных, управление МКА и функции качественного анализа для использования в гамма-спектрометрах на основе ПК. Включает систему подсказок в режиме реального времени и защиту меню оператора паролем.

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.

В соответствии с Р 50.2.077-2014 уровень защиты ПО спектрометра Detective X от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний».

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО спектрометров Detective X

Идентификационные данные (признаки)	Значения		
	Встроенное	Встроенное	Автономное
Наименование ПО	DetectiveX	Mobile MCB Server	Maestro
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.3.8.5 ¹⁾	2.3.8.5 ¹⁾	7.01 ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО	недоступен	недоступен	9F1D4EBA5FD9C812078257F9E2FA5584 ²⁾
Алгоритм получения цифрового идентификатора	-	-	MD5

¹⁾ Номер версии ПО не ниже указанного в таблице.
²⁾ Контрольная сумма относится к версии ПО, указанной в таблице.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики спектрометров Detective X

Наименование характеристики	Значение
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, кэВ	от 40 до 3000 от 40 до 8000
Пределы допускаемой основной погрешности характеристики преобразования спектрометрического канала, приведённой к верхней границе диапазона энергий*, %	±0,025
Энергетическое разрешение, не более, кэВ - по линии гамма-излучения радионуклида ¹⁵² Eu с энергией 122 кэВ - по линии гамма-излучения радионуклида ⁶⁰ Co с энергией 1332 кэВ	1,6 2,5
Относительная эффективность регистрации гамма-квантов с энергией 1332 кэВ (Co-60) в пике полного поглощения, %, не менее	40
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы, мкЗв/ч	от 5 до 1·10 ⁶
Диапазон показаний мощности амбиентного эквивалента дозы, мкЗв/ч	от 5·10 ⁻¹ до 1·10 ⁶
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, %	±40
Энергетическая зависимость чувствительности при измерении МАЭД гамма-излучения в диапазоне энергий от 0,06 до 1,25 МэВ относительно чувствительности к энергии 662 кэВ гамма-излучения ¹³⁷ Cs, %, не более - при измерении ОЧГ детектором - при измерении счетчиком Гейгера	±30 ±50
Предел допускаемой дополнительной погрешности характеристики преобразования спектрометрического канала при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур (от -20 до +50 °С), %/°С	±0,015

Наименование характеристики	Значение
Нормальные условия измерений:	
- температура, °С	от +15 до +25
- атмосферное давление, кПа	от 86,0 до 106,7
- относительная влажность, %	от 30 до 80
*) Для спектрометров с диапазоном регистрируемых энергий до 8000 кэВ пределы допускаемой основной погрешности характеристики преобразования спектрометрического канала нормированы в диапазоне до 3000 кэВ.	

Таблица 3 – Основные технические характеристики спектрометров Detective X

Наименование характеристики	Значение
Время установления рабочего режима, мин, не более	8
Нестабильность характеристики преобразования спектрометрического канала за 8 часов непрерывной работы, %, не более	0,05
Максимальная статистическая загрузка спектрометрического тракта, с ⁻¹	50000
Габаритные размеры, мм, не более	
длина	395
ширина	160
высота	210
Масса, кг, без нейтронного счетчика, не более	6,98
Масса, кг, с нейтронным счетчиком, не более	7,62
Питание:	
от встроенного аккумулятора:	
тип	Li-Ion
емкость, Вт·ч, не менее	98
напряжение, В	12
Время работы от встроенного аккумулятора (при 25°С и охлажденном ППД), ч, не менее	
при использовании двух батарей	7
при использовании одной батарей	3,5
Время зарядки аккумулятора от входящего в комплект поставки зарядного устройства (при 25 °С и выключенном приборе), ч, не более	4
Число каналов цифрового многоканального анализатора (МКА)	16384
Условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	от -20 до +50
- относительная влажность воздуха при 25 °С без конденсации, %, не более	95
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
Средняя наработка на отказ, ч	20000
Средний срок службы, лет	14

Знак утверждения типа

наносится на пленочную этикетку, клеящуюся на корпус спектрометров Detective X, и методом компьютерной графики на титульный лист Руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплект поставки спектрометров Detective X

Наименование	Обозначение	Количество
Спектрометр гамма-излучения портативный полупроводниковый электроохлаждаемый с функцией идентификации радионуклидов Detective X ¹⁾	Detective X Detective X-N Detective X-8 Detective X-8-N	1
Аксессуары ²⁾ :	-	1
- Кейс для транспортирования и хранения или кейс для транспортирования и хранения повышенной защищенности (IP67)	-	1
- Кабель USB (USB A / USB мини B, 3м)	-	1
- Универсальный источник питания с кабелем постоянного тока	-	1
- Наплечный ремень	-	1
- Автомобильный адаптер 12 В	-	1
- Гарнитура и зарядник Bluetooth	-	1
- Крышка детектора	-	1
- Сегментированный Li6F/ZnS счетчик нейтронов	-	1
- Коллиматор из нержавеющей стали	-	1
- Коллиматор из вольфрама	-	1
- Фильтр низкоэнергетических излучений	-	1
Базовое спектрометрическое программное обеспечение	MAESTRO A65-BW	1
Совместимое программное обеспечение для количественного анализа спектров ³⁾	Maestro Pro, Gamma-Vision, PC/FRAM, ISOPLUS, MGA, Семейство SpectraLine (JCPM)	1
Руководство по эксплуатации	-	1
¹⁾ – Модификация согласуется при заказе. ²⁾ – Перечень аксессуаров согласуется при заказе. ³⁾ – Дополнительная поставка по желанию заказчика.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе «Спектрометры гамма-излучения портативные полупроводниковые электроохлаждаемые с функцией идентификации радионуклидов Detective X. Руководство по эксплуатации» (раздел 3 «Использование Detective X»).

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам гамма-излучения портативным полупроводниковым электроохлаждаемым с функцией идентификации радионуклидов Detective X

ГОСТ 4.59-79 Система показателей качества продукции. 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

Государственная поверочная схема для средств измерений активности, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников, утвержденная приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2841

Государственная поверочная схема для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного

и индивидуального эквивалентов дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений,
утвержденная приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314

Техническая документация АМЕТЕК Advanced Measurement Technology, Inc

Изготовитель

АМЕТЕК Advanced Measurement Technology, Inc. (АМЕТЕК-АМТ, ORTEC™), США

Адрес: 801 South Illinois Avenue, Oak Ridge, TN 37830, USA.

Телефон: 865-482-4411

Web-сайт: www.ametek.com

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

Адрес: 190005, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

Телефон: (812) 251-76-01

Факс: (812) 713-01-14

Web-сайт: www.vniim.ru

E-mail: info@vniim.ru

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц
RA.RU.311541

