

УТВЕРЖДЕНО  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «05» декабря 2024 г. № 2863

Регистрационный № 51743-12

Лист № 1  
Всего листов 7

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения серии DSPec

#### Назначение средства измерений

Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения серии DSPec (далее по тексту спектрометры DSPec) предназначены для измерений энергии испускаемых радионуклидами фотонов рентгеновского или гамма-излучения, а также активности (удельной, объемной) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах (при наличии соответствующих методик выполнения измерений).

#### Описание средства измерений

Принцип действия спектрометра DSPec основан на регистрации детектором квантов рентгеновского или гамма-излучения, испускаемого радионуклидами, присутствующими в анализируемом образце, получении спектра амплитудного распределения и выделении в спектре пиков полного поглощения (ППП) квантов рентгеновского или гамма-излучения. По положению ППП в спектре определяют энергию гамма-квантов  $E_i$  (спектрометр предварительно градуируют по энергии с помощью образцовых источников гамма излучения). Активность гамма-излучающих радионуклидов, присутствующих в анализируемом образце, определяют по скоростям счета гамма-квантов в ППП соответствующих энергий с учетом абсолютных интенсивностей гамма-излучения и эффективности регистрации гамма-квантов в ППП, которая устанавливается предварительно путем градуировки спектрометра по образцовым мерам активности расчетным или экспериментальным способом.

Спектрометры DSPec состоят из:

- детектирующей системы, включающей в себя:
  - полупроводниковый детектор на основе сверхчистого германия серий GEM, PROFILE-GEM (GEM-F, GEM-M, GEM-C, GEM-S, GEM-SP), GMX, GLP, SGD-GLP, SLP, SGD-GEM, SGD, GWL) или сцинтилляционный детектор на основе NaI(Tl), CsI(Tl) или LaBr<sub>3</sub>(Ce) серий 905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LaBr<sub>3</sub> (Ce);
  - криостат и сосуд Дьюара или комбинированный электроохладитель типа MOBIUS или электроохладитель типа X-cooler или ICS (только для полупроводникового детектора),
- многоканального цифрового анализатора (типа DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF, DSPec 50/50A, DSPec 502/502A),
  - персонального компьютера с программным обеспечением MAESTRO.

Спектрометр DSPec - полнофункциональный цифровой спектрометр для работы с германиевыми и сцинтилляционными детекторами обладает следующими возможностями:

- автоматическая оптимизация настроек спектрометрического тракта для получения наилучших характеристик (для конкретного блока детектирования);

- поддержка функции ORTEC SMART-1™ для германиевых детекторов;
  - непрерывное отображение статуса состояния детектора;
  - полный компьютерный контроль всех функций,
- а варианты системы с анализаторами DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec 50/50A и DSPec 502/502A имеют также:
- встроенный контроллер смены образцов (Sample Changer controls);
  - цифровую схему подавления низкочастотных шумов (Low Frequency Rejector (LFR));
  - режим работы спектрометра с нулевым мертвым временем (Zero Dead Time - ZDT) и корректным определением статистических ошибок в этом режиме.

Варианты системы с анализаторами DSPec 50/50A и DSPec 502/502A имеют режим поимпульсной записи событий с их привязкой ко времени (List Mode) и режим компенсации искажений формы ППП, происходящих из-за баллистического дефицита в больших ОЧГ детекторах или в результате захвата носителей заряда на дислокациях кристалла после воздействия на детектор нейтронов, а варианты системы с анализаторами DSPec 50A и DSPec 502A дополнительно обладают аналого-цифровым преобразователем (АЦП) на 65536 каналов для работы в широком диапазоне энергий и WEB-интерфейсом, позволяющим проводить набор и сохранение спектров непосредственно на странице браузера, без установки ПО на персональный компьютер. DSPec 50A и DSPec 502A также способны поддерживать работу спектрометрической системы в режиме совпадений (антисовпадений) с возможностью регулировки ширины временного интервала и времени задержки.

Для управления спектрометром используется персональный компьютер с установленным программным обеспечением MAESTRO. Программное обеспечение выполняет следующие функции: управление настройками спектрометрических трактов и набором спектров, визуализация спектров, проведение необходимых калибровок, анализ полученных спектров.

Пломбирование спектрометров DSPec не предусмотрено.



Рисунок 1 – Общий вид спектрометра и анализаторов серии DSPec.

## Программное обеспечение

Управление функциям по набору спектров, их визуализация и анализ выполняются средствами программного обеспечения MAESTRO, установленного на управляющий компьютер.

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.

MAESTRO работает на платформе Microsoft Windows. Связь аппаратных средств с системой осуществляется по сети Ethernet или через интерфейс USB.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО MAESTRO (A65-B32 или A65-BW)

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
Наименование ПО	MAESTRO MCA Emulator for Microsoft® Windows	
	A65-B32	A65-BW
Идентификационное наименование ПО	Mca32.exe	Mca32.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.08 <sup>1)</sup>	7.01 <sup>1)</sup>
Цифровой идентификатор ПО	20F273507074677CD1115 465063D9C3F <sup>2)</sup>	9F1D4EBA5FD9C8120 78257F9E2FA5584 <sup>2)</sup>
Алгоритм получения цифрового идентификатора	MD5	MD5
Примечания: 1) Номер версии ПО не ниже указанного в таблице. 2) Контрольная сумма относится к текущей версии ПО.		

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик. Уровень защиты программного обеспечения спектрометров DSPec от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний», согласно Р 50.2.077-2014.

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики спектрометров DSPec

Наименование характеристики	Значение
Диапазон регистрируемых энергий фотонов рентгеновского и гамма-излучения, кэВ	
– при использовании полупроводникового детектора серий:	
GEM, GEM-F, GEM-M	от 40 до 10000
GEM-C	от 3 до 10000
GEM-S, GEM-SP	от 3 до 10000
GMX	от 3 до 10000
GLP, SGD-GLP	от 3 до 300
SLP	от 1 до 60
SGD-GEM	от 40 до 10000
SGD	от 40 до 300
GWL	от 3 до 1000
– при использовании сцинтилляционного детектора серий:	
905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LaBr <sub>3</sub> (Ce)	от 30 до 10000

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность) <sup>*</sup> , %: – для варианта системы с полупроводниковым детектором – для варианта системы с сцинтилляционным детектором	±0,025 ±0,500
Энергетическое разрешение спектрометрического тракта – при использовании полупроводникового детектора <sup>**</sup> , кэВ:  GEM, GEM-F, GEM-M  GEM-C  GEM-S  GEM-SP	от 0,65 до 1,5 (на линии 122 кэВ) от 1,75 до 2,4 (на линии 1332 кэВ)  от 0,725 до 1,3 (на линии 5,9 кэВ) от 0,85 до 1,3 (на линии 122 кэВ) от 1,8 до 2,3 (на линии 1332 кэВ) от 0,35 до 0,5 (на линии 5,9 кэВ) от 0,65 до 0,7 (на линии 122 кэВ) от 1,8 до 1,9 (на линии 1332 кэВ) от 0,3 до 0,425 (на линии 5,9 кэВ) от 0,585 до 0,63 (на линии 122 кэВ) от 1,8 до 1,9 (на линии 1332 кэВ)
GMX  GLP, SGD-GLP  SGD-GEM  SLP SGD GWL  – при использовании сцинтилляционного детектора, %: 905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LaBr <sub>3</sub> (Ce)	от 0,665 до 1,3 (на линии 5,9 кэВ) от 1,8 до 2,6 (на линии 1332 кэВ) от 0,165 до 0,385 (на линии 5,9 кэВ) от 0,480 до 0,595 (на линии 122 кэВ) от 0,625 до 0,950 (на линии 122 кэВ) от 1,70 до 2,20 (на линии 1332 кэВ) от 0,16 до 0,22 (на линии 5,9 кэВ) от 0,510 до 0,650 (на линии 122 кэВ) от 1,2 до 1,4 (на линии 122 кэВ) от 2,10 до 2,30 (на линии 1332 кэВ)  от 2,8 до 12 (на линии 661,7 кэВ)
Относительная эффективность регистрации гамма-квантов с энергией 1332,5 кэВ (Co-60) в пике полного поглощения <sup>***</sup> , % – при использовании полупроводникового детектора серий:  GEM, GEM-F, GEM-M  GEM-C GEM-S, GEM-SP GMX GLP, SGD-GLP SLP SGD-GEM SGD  – при использовании сцинтилляционного детектора серий: 905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LaBr <sub>3</sub> (Ce)	от 7 до 175  от 20 до 175 от 7 до 60 от 10 до 100 не нормируется не нормируется от 15 до 60 не нормируется  не нормируется

Наименование характеристики	Значение
Максимальная допустимая входная статистическая загрузка, $\text{с}^{-1}$	$1 \cdot 10^5$
Время установления рабочего режима, мин, не более	30 (без учета времени охлаждения детектора)
Нестабильность за 8 часов непрерывной работы, %, не более	0,05
– для варианта системы с полупроводниковым детектором	
– для варианта системы с сцинтилляционным детектором	2
*) Для спектрометров с диапазоном регистрируемых энергий до 10000 кэВ интегральная нелинейность нормирована в диапазоне до 3000 кэВ.	
**) Предельные и реальные значения энергетического разрешения спектрометра приводятся в паспорте детектора.	
***) Номинальное значение относительной эффективности регистрации согласуется при заказе спектрометра и приводится в паспорте детектора.	

Таблица 3 – Основные технические характеристики спектрометров DSPec

Наименование характеристики	Значение
Рабочие условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$	от 0 до +50
– атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
– относительная влажность воздуха, %, не более	95 (без образования конденста)
Питание: от сети переменного тока	
- напряжение, В,	$220^{+22}_{-33}$
- частота, Гц,	$50 \pm 1$
- мощность, Вт, не более	500
Число каналов АЦП анализатора:	
DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF, DSPec 50, DSPec 502	до 16384
DSPec 50A, DSPec 502A	до 65536
Габаритные размеры (ВxШxГ) и масса основных частей спектрометров DSPec:	
– детектор полупроводниковый в криостате с жидким азотом охлаждением в обыкновенном сосуде Дьюара, с комбинированным электроохладителем типа MOBIUS, с электроохладителем типа X-cooler или ICS	Зависят от конкретной модели детектора и криостата
– детектор сцинтилляционный	Зависят от конкретной модели детектора и предусилителя
– многоканальный анализатор импульсов DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF	$81 \times 203 \times 249$ мм
– многоканальный анализатор импульсов DSPec 50/50A, DSPec 502/502A	1,0 кг 425,5x355,6x152,4 мм 11 кг

### Знак утверждения типа

наносится методом компьютерной графики на титульный лист Руководства по эксплуатации спектрометров DSPec и на плёночную этикетку, kleящуюся на корпус многоканального анализатора.

## Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность спектрометров DSPec

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Детектор полупроводниковый в криостате в комплекте с предусилителем соответствующего типа	GEM, GEM-F, GEM-M, GEM-C, GEM-S, GEM-SP, GMX, GLP, SGD-GLP, SGD, SGD-GEM, SLP, GWL	1	1
или детектор сцинтилляционный в комплекте с предусилителем соответствующего типа	905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LaBr3 (Ce)		
Многоканальный анализатор импульсов	DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF, DSPec 50/50A, DSPec 502/502A	1	1
Электроохладитель	тип X-cooler или ICS	1	2, 3
Комбинированный электроохладитель	тип MOBIUS	1	2, 4
Сосуд Дьюара	-	1	1, 2, 5
Устройство для заливки жидкого азота	-	1	2, 5, 9
Устройство для перекачки жидкого азота	-	1	2, 5, 9
Защита детектора	-	1	1, 9
Руководство по эксплуатации	-	1	6
Методика поверки	-	1	
Руководство пользователя базового программного обеспечения	MAESTRO. Эмулятор МКА (многоканального анализатора). A65-BW. Руководство пользователя	1	7
Базовое программное обеспечение	MAESTRO	1	7
Программа количественного анализа гамма-спектров	GammaVision-BW, FRAM, ISOTOPIC или серии Ortec Connections SpectraLine GP, BG, GESAS	1	7, 9
Компьютер	-	1	8, 9
Принтер	-	1	8, 9
Примечания:			
1) – Конкретная модель согласуется с заказчиком при заказе спектрометра.			
2) – В случае поставки системы с сцинтилляционным детектором не поставляется.			
3) – Для варианта полупроводникового детектора с электромеханическим охлаждением.			
4) – Для варианта полупроводникового детектора с комбинированной системой охлаждения.			
5) – Для варианта полупроводникового детектора с азотным охлаждением.			
6) – Технические описания на каждый аппаратный компонент системы.			
7) – Поставляется в виде дистрибутива на компакт диске или электронном носителе.			
8) – Конкретная модель компьютера и принтера согласуется с заказчиком при заказе системы.			
9) – Дополнительная поставка по желанию заказчика.			

**Сведения о методиках (методах) измерений**  
приведены в эксплуатационных документах.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам рентгеновского и гамма-излучения серии DSPec**

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;

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

#### **Правообладатель**

Фирма AMETEK Advanced Measurement Technology (тм ORTEC)

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

Телефон: 865.482.4411

Факс: 865.483.0396

#### **Изготовитель**

Фирма AMETEK Advanced Measurement Technology (тм ORTEC)

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

Телефон: 865.482.4411

Факс: 865.483.0396

#### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И.Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

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

Телефон: (812) 251-76-01

Факс: (812) 713-01-14

E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Web-сайт: [www.vniim.ru](http://www.vniim.ru)

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.311541.