

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 измерения 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 энергии 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, GMX, GLP, SGD-GLP, SLP, SGD-GEM, SGD, GWL) или сцинтилляционный детектор на основе NaI(Tl), CsI(Tl) или LaBr₃(Ce) (серий 905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LABR);
 - криостат и сосуд Дьюара или электроохладитель Electricool, X-cooler II (только для полупроводникового детектора),
- многоканального цифрового анализатора (типа DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF, DSPec 50, DSPec 502),
- персонального компьютера с программным обеспечением MAESTRO-32.

Спектрометр DSPec - полнофункциональный цифровой спектрометр для работы с германиевыми и NaI(Tl), CsI(Tl) или LaBr₃(Ce) детекторами – обладает следующими возможностями:

- автоматическая оптимизация режима для получения наилучших характеристик от детектора;
- 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 и DSPec Pro) 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.

Для управления спектрометром используется персональный компьютер с установленным программным обеспечением MAESTRO-32. Программное обеспечение выполняет следующие функции: управление настройками спектрометрических трактов и набором спектров, вывод спектров, проведение необходимых калибровок, анализ полученных спектров.



а – общий вид спектрометра

б – анализаторы DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF

в – анализаторы DSPec 50, DSPec 502

Рис. 1. Фотография общего вида спектрометра и анализаторов серии DSPec

Программное обеспечение

Управление функциям по набору спектров, их визуализация и анализ выполняются средствами программного обеспечения MAESTRO-32, установленного на управляющий компьютер.

MAESTRO-32 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-32 V6 работает на платформе Windows 2000/XP. Связь аппаратных средств МКБ с системой осуществляется по сети Ethernet, принтерный или серийный порт.

Идентификационные параметры ПО MAESTRO-32 V6 содержатся в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование программного обеспечения | Идентификационное наименование ПО | Номер версии ПО | Контрольная сумма исполняемого кода | Алгоритм вычисления цифрового кода |
|---|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Эмулятор многоканального анализатора MAESTRO-32 | Mca32.exe | 6.08 и выше (до 6.99) | 20F273507074677CD 1115465063D9C3F | MD5 |

Примечание. Контрольная сумма файла относится к текущей (6.08) версии программного обеспечения.

Уровень защиты программного обеспечения спектрометров DSPec от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики спектрометров DSpec представлены в таблице 2.

Таблица 2

| Наименование характеристики | Значение |
|---|--|
| <p>1. Диапазон регистрируемых энергий фотонов рентгеновского и гамма-излучения, кэВ</p> <p>– при использовании полупроводникового детектора серий:</p> <p style="padding-left: 40px;">GEM GMX GLP, SGD-GLP SLP SGD-GEM SGD GWL</p> <p>– при использовании сцинтилляционного детектора серий: 905, Scionix, 2BY2,3BY3,LABR</p> | <p>от 40 до 3000 от 3 до 3000 от 3 до 300 от 1 до 60 от 40 до 3000 от 40 до 300 от 3 до 1000</p> <p>от 40 до 3000</p> |
| <p>2. Предел относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %:</p> <p>– для варианта системы с полупроводниковым детектором</p> <p>– для варианта системы с сцинтилляционным детектором</p> | <p>± 0.025 ± 0.5</p> |
| <p>3. Энергетическое разрешение спектрометрического тракта</p> <p>– при использовании полупроводникового детектора, кэВ:</p> <p style="padding-left: 40px;">GEM GMX GLP, SGD-GLP SGD-GEM SLP SGD GWL</p> <p>– при использовании сцинтилляционного детектора, %: 905, Scionix,2BY2,3BY3,LABR</p> | <p>от 0,85 до 1,5 (на линии 122 кэВ) от 1,75 до 2,4 (на линии 1332 кэВ)</p> <p>от 0,665 до 1,3 (на линии 5,9 кэВ) от 1,8 до 2,65 (на линии 1332 кэВ)</p> <p>от 0,165 до 0,385 (на линии 5,9 кэВ) от 0,480 до 0,595 (на линии 122 кэВ)</p> <p>от 0,625 до 0,950 (на линии 122 кэВ) от 1,70 до 2,20 (на линии 1332 кэВ)</p> <p>от 0.16 до 0,22 (на линии 5,9 кэВ)</p> <p>от 0,510 до 0,650 (на линии 122 кэВ)</p> <p>от 1,2 до 1,4 (на линии 122 кэВ) от 2,10 до 2,30 (на линии 1332 кэВ)</p> <p>от 2,8 до 12 (на линии 661,7 кэВ)</p> |
| <p>4. Относительная эффективность регистрации гамма-квантов с энергией 1332.5 кэВ (Co-60) в пике полного поглощения, %</p> <p>– при использовании полупроводникового детектора серий:</p> <p style="padding-left: 40px;">GEM GMX GLP, SGD-GLP SLP SGD-GEM SGD</p> <p>– при использовании сцинтилляционного детектора серий: 905, Scionix,2BY2,3BY3,LABR</p> | <p>от 10 до 170 от 10 до 100 не нормируется не нормируется от 15 до 60 не нормируется</p> <p>не нормируется</p> |

Продолжение таблицы 2

| Наименование характеристики | Значение |
|---|--|
| 5. Максимальная допустимая входная статистическая нагрузка, с ⁻¹ | 1 · 10 ⁵ |
| 6. Число каналов анализатора | до 16384 |
| 7. Время установления рабочего режима, мин, не более | 30 (без учета времени охлаждения детектора) |
| 8. Нестабильность за 8 часов непрерывной работы, %, не более – для варианта системы с полупроводниковым детектором – для варианта системы с сцинтилляционным детектором | 0,05 (после установления рабочего режима) 2 (после установления рабочего режима) |
| 9. Рабочие условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °С – атмосферное давление, кПа – относительная влажность воздуха, % | от +10 до +50 °С от 84 до 106.7 до 95 (без образования конденсата) |
| 10. Питание: от сети переменного тока | напряжение 220 В, частота 50 Гц, мощность до 500 Вт |
| 11. Габаритные размеры (ВхШхГ) и масса основных частей спектрометров DSpec : – детектор полупроводниковый в криостате с жидкоазотным охлаждением и с электроохладителем X-cooler II – детектор сцинтилляционный – многоканальный анализатор импульсов DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF – многоканальный анализатор импульсов DSPec 50, DSPec 502 | Зависят от конкретной модели детектора и криостата Зависят от конкретной модели детектора и предусилителя 81x203x249 мм 1.0 кг 425,5x355,6x152,4 мм 11 кг |

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится методом компьютерной графики на титульный лист Руководства по эксплуатации спектрометров DSpec.

Комплектность средства измерений

В комплект поставки спектрометров DSpec входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 3.

Таблица 3

| Наименование | Обозначение | Кол-во | Примечание |
|---|--|--------|------------|
| Детектор полупроводниковый в криостате в комплекте с предусилителем соответствующего типа или детектор сцинтилляционный в комплекте с предусилителем соответствующего типа | GEM, GMX, GLP, SGD-GLP, SGD, SGD-GEM, SLP, GWL 905, Scionix. 2BY2, 3BY3, LABR | 1 | 1 |
| Многоканальный анализатор импульсов | DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF, DSPec 50, DSPec 502 | 1 | 1 |

Продолжение таблицы 3

| Наименование | Обозначение | Кол-во | Примечание |
|--|--|--------|------------|
| Электроохладитель | X-cooler II | 1 | 2, 3 |
| Сосуд Дьюара | DRW-30 или DRW-50 | 1 | 2, 4 |
| Устройство для заливки жидкого азота | | 1 | 2, 4, 8 |
| Устройство для перекачки жидкого азота | | 1 | 2, 4, 8 |
| Защита детектора | | 1 | 1, 8 |
| Руководство по эксплуатации | | 1 | 5 |
| Методика поверки | МП 2104-002-2012. Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения серии DSPec. Методика поверки | 1 | |
| Руководство пользователя базового программного обеспечения | MAESTRO-32. Эмулятор МКА (многоканального анализатора) для Microsoft Windows 98, 2000 и XP. A65-B32. Руководство пользователя | 1 | |
| Базовое программное обеспечение | MAESTRO-32 | 1 | 6 |
| Программа количественного анализа гамма-спектров | GammaVision-32, ScintiVision-32, PC-FRAM, ISOTOPIC-32 или серии Ortec Connections | 1 | 8 |
| Компьютер | | 1 | 7, 8 |
| Принтер | | 1 | 7, 8 |

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 азотным охлаждением
- 5) – технические описания на каждый аппаратный компонент системы
- 6) – поставляется в виде дистрибутива на компакт диске
- 7) – конкретная модель компьютера и принтера согласуется с заказчиком при заказе системы
- 8) – дополнительная поставка по желанию заказчика

Поверка

осуществляется по документу МП 2104-002-2012 «Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения серии DSPec. Методика поверки», разработанным и утвержденным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в августе 2012 г.

При поверке применяются источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные ОСГИ-3 № г/р 46383-11 активностью от 10^4 до 10^5 Бк с погрешностью не более 4%.

Сведения о методиках (методах) измерений

Спектрометры серии DSPec (модель DSPec jr 2.0). Руководство по эксплуатации.

Спектрометры серии DSPec (модели DSPec 50 и 502). Руководство по эксплуатации.

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

1. ГОСТ 4.59-79 «Система показателей качества продукции. 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 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников».

Рекомендации по области применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды;
- при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях;
- при выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда.

Изготовитель

АМЕТЕК Advanced Measurement Technology (тм ORTEC)
801 South Illinois Avenue, oak Ridge, TN, USA.
Tel: 865.482.4411; Fax: 865.483.0396

Заявитель

ЗАО «Приборы»
Юридический адрес: Россия, 115304, г. Москва, ул. Кантемировская, 3 к. 3.
Почтовый адрес: Россия, 109028, Москва, Певческий пер., 4, стр. 1.
Тел.: (495) 937-45-94; факс: (495) 931-45-9

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,
регистрационный номер 30001-10
Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19.
Тел.: (812) 251-76-01; факс:(812) 713-01-14

Заместитель Руководителя
Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«_____» _____ 2012 г.