

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
(в редакциях, утвержденных приказами Росстандарта № 1581 от 17.10.2016 г.,  
№ 1306 от 03.06.2019 г.)

## 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 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, 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 импульсной 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<br>465063D9C3F <sup>2)</sup> | 9F1D4EBA5FD9C81207<br>8257F9E2FA5584 <sup>2)</sup> |
| Алгоритм получения цифрового идентификатора   | MD5  | MD5  |
| Примечания: 1) Номер версии ПО не ниже указанного в таблице.<br>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   |
|--|--|
| <p>Диапазон регистрируемых энергий фотонов рентгеновского и гамма-излучения, кэВ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при использовании полупроводникового детектора серий: <ul style="list-style-type: none"> <li>GEM, GEM-F, GEM-M</li> <li>GEM-C</li> <li>GEM-S, GEM-SP</li> <li>GMX</li> <li>GLP, SGD-GLP</li> <li>SLP</li> <li>SGD-GEM</li> <li>SGD</li> <li>GWL</li> </ul> </li> <li>- при использовании сцинтилляционного детектора серий: <ul style="list-style-type: none"> <li>905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LaBr<sub>3</sub>(Ce)</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>от 40 до 10000</li> <li>от 3 до 10000</li> <li>от 3 до 10000</li> <li>от 3 до 10000</li> <li>от 3 до 300</li> <li>от 1 до 60</li> <li>от 40 до 10000</li> <li>от 40 до 300</li> <li>от 3 до 1000</li> <li>от 30 до 10000</li> </ul>   |
| <p>Пределы допускаемой относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)<sup>*</sup>, %:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для варианта системы с полупроводниковым детектором</li> <li>- для варианта системы с сцинтилляционным детектором</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>±0,025</li> <li>±0,500</li> </ul>   |
| <p>Энергетическое разрешение спектрометрического тракта</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при использовании полупроводникового детектора<sup>**</sup>, кэВ: <ul style="list-style-type: none"> <li>GEM, GEM-F, GEM-M</li> <li>GEM-C</li> <li>GEM-S</li> <li>GEM-SP</li> </ul> </li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>от 0,65 до 1,5 (на линии 122 кэВ)</li> <li>от 1,75 до 2,4 (на линии 1332 кэВ)</li> <li>от 0,725 до 1,3 (на линии 5,9 кэВ)</li> <li>от 0,85 до 1,3 (на линии 122 кэВ)</li> <li>от 1,8 до 2,3 (на линии 1332 кэВ)</li> <li>от 0,35 до 0,5 (на линии 5,9 кэВ)</li> <li>от 0,65 до 0,7 (на линии 122 кэВ)</li> <li>от 1,8 до 1,9 (на линии 1332 кэВ)</li> <li>от 0,3 до 0,425 (на линии 5,9 кэВ)</li> <li>от 0,585 до 0,63 (на линии 122 кэВ)</li> <li>от 1,8 до 1,9 (на линии 1332 кэВ)</li> </ul> |

| Наименование характеристики   | Значение   |
|---|--|
| GMX<br>GLP, SGD-GLP<br>SGD-GEM<br>SLP<br>SGD<br>GWL<br>- при использовании сцинтилляционного детектора, %:<br>905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LaBr <sub>3</sub> (Ce)  | от 0,665 до 1,3 (на линии 5,9 кэВ)<br>от 1,8 до 2,6 (на линии 1332 кэВ)<br>от 0,165 до 0,385 (на линии 5,9 кэВ)<br>от 0,480 до 0,595 (на линии 122 кэВ)<br>от 0,625 до 0,950 (на линии 122 кэВ)<br>от 1,70 до 2,20 (на линии 1332 кэВ)<br>от 0,16 до 0,22 (на линии 5,9 кэВ)<br>от 0,510 до 0,650 (на линии 122 кэВ)<br>от 1,2 до 1,4 (на линии 122 кэВ)<br>от 2,10 до 2,30 (на линии 1332 кэВ)<br>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 ***, %<br>- при использовании полупроводникового детектора серий:<br>GEM, GEM-F, GEM-M<br>GEM-C<br>GEM-S, GEM-SP<br>GMX<br>GLP, SGD-GLP<br>SLP<br>SGD-GEM<br>SGD<br>- при использовании сцинтилляционного детектора серий:<br>905, Scionix, 2BY2, 3BY3, LaBr <sub>3</sub> (Ce)    | от 7 до 175<br>от 20 до 175<br>от 7 до 60<br>от 10 до 100<br>не нормируется<br>не нормируется<br>от 15 до 60<br>не нормируется<br>не нормируется   |
| Максимальная допустимая входная статистическая нагрузка, с <sup>-1</sup>  | 1 · 10 <sup>5</sup>  |
| Время установления рабочего режима, мин, не более   | 30 (без учета времени охлаждения детектора)  |
| Нестабильность за 8 часов непрерывной работы, %, не более<br>- для варианта системы с полупроводниковым детектором<br>- для варианта системы с сцинтилляционным детектором  | 0,05<br>2  |
| *) Для спектрометров с диапазоном регистрируемых энергий до 10000 кэВ интегральная нелинейность нормирована в диапазоне до 3000 кэВ.<br>**) Предельные и реальные значения энергетического разрешения спектрометра приводятся в паспорте детектора.<br>***) 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:<br>- температура окружающего воздуха, °С<br>- атмосферное давление, кПа<br>- относительная влажность воздуха, %, не более | от 0 до +50<br>от 84,0 до 106,7<br>95 (без образования конденсата) |
| Питание: от сети переменного тока<br>- напряжение, В,<br>- частота, Гц,<br>- мощность, Вт, не более   | 220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub><br>50 ± 1<br>500                 |

| Наименование характеристики   | Значение   |
|---|--|
| Число каналов АЦП анализатора:<br>DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF, DSPec 50, DSPec 502<br>DSPec 50A, DSPec 502A   | до 16384<br>до 65536   |
| Габаритные размеры (ВхШхГ) и масса основных частей спектрометров DSPec:<br>- детектор полупроводниковый в криостате с жидкоазотным охлаждением в обыкновенном сосуде Дьюара, с комбинированным электроохладителем типа MOBIUS, с электроохладителем типа X-cooler или ICS<br>- детектор сцинтилляционный<br><br>- многоканальный анализатор импульсов DSPec jr 2.0, DSPec Pro, DSPec LF<br>- многоканальный анализатор импульсов DSPec 50/50A, DSPec 502/502A | Зависят от конкретной модели детектора и криостата<br><br>Зависят от конкретной модели детектора и предусилителя<br>81x203x249 мм<br>1,0 кг<br>425,5x355,6x152,4 мм<br>11 кг |

### Знак утверждения типа

наносится методом компьютерной графики на титульный лист Руководства по эксплуатации спектрометров DSPec и на плёночную этикетку, клеящуюся 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  | МП 2104-002-2012.<br>Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения серии DSPec. Методика поверки | 1      |            |
| Руководство пользователя базового программного обеспечения                                | MAESTRO. Эмулятор МКА (многоканального анализатора). А65-BW. Руководство пользователя            | 1      | 7          |
| Базовое программное обеспечение   | MAESTRO  | 1      | 7          |

| Наименование   | Обозначение  | Кол-во | Примечание |
|--|--|--------|------------|
| 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       |
| <b>Примечания:</b><br>1) – Конкретная модель согласуется с заказчиком при заказе спектрометра.<br>2) – В случае поставки системы с сцинтилляционным детектором не поставляется.<br>3) – Для варианта полупроводникового детектора с электромеханическим охлаждением.<br>4) – Для варианта полупроводникового детектора с комбинированной системой охлаждения.<br>5) – Для варианта полупроводникового детектора с азотным охлаждением.<br>6) – Технические описания на каждый аппаратный компонент системы.<br>7) – Поставляется в виде дистрибутива на компакт диске или электронном носителе.<br>8) – Конкретная модель компьютера и принтера согласуется с заказчиком при заказе системы.<br>9) – Дополнительная поставка по желанию заказчика. |  |        |            |

### Поверка

осуществляется по документу МП 2104-002-2012 «Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения серии DSPec. Методика поверки», с изменениями № 1 и 2, утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в июле 2016 г.»

Основные средства поверки: рабочие эталоны 1 или 2 разряда по ГОСТ 8.033-96 - источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные типа ОСГИ с активностью от  $10^4$  до  $10^5$  Бк с погрешностью не более 6 %.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки (оттиск поверительного клейма) наносится на свидетельство о поверке.

### 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

### Изготовитель

Фирма АМЕТЕК Advanced Measurement Technology (тм ORTEC)

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

Телефон: 865.482.4411

Факс: 865.483.0396

**Заявитель**

Акционерное общество «ПРИБОРЫ» (АО «ПРИБОРЫ»)  
ИНН 7724046323  
Юридический адрес: 115304, г. Москва, ул. Кантемировская, 3 к. 3  
Почтовый адрес: 109028, Москва, Певческий пер., 4, стр. 1  
Телефон: (495) 937-45-94  
Факс: (495) 937-45-92

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19  
Телефон: (812) 251-76-01  
Факс: (812) 713-01-14  
Web-сайт: [www.vniim.ru](http://www.vniim.ru)  
E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)  
Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 23.03.2016 г.

**Заместитель**

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.