

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ



| | |
|---|---|
| Спектрометры энергии рентгеновского излучения полупроводниковые СЕР-1КП-ИФТП | Внесены в Государственный реестр средств измерений. Регистрационный № 34065-04 |
|---|---|

Выпускаются по техническим условиям УЛКА.412131.022 ТУ.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Спектрометры энергии рентгеновского излучения полупроводниковые СЕР-1КП-ИФТП (далее – спектрометры) предназначены для измерения параметров, регистрации, накопления, визуализации и обработки спектров рентгеновского излучения при контроле производства и аттестации радиоактивных источников и препаратов, при рентгенофлуоресцентном анализе элементного состава веществ, при исследованиях параметров спектров рентгеновского излучения в экспериментальной ядерной физике.

В зависимости от конфигурации (комплектации конкретными блоками) спектрометры используются в лабораторных, общепромышленных и полевых условиях.

Основные потребители и области применения спектрометров:

- **службы внешней дозиметрии, экологические службы различных министерств и ведомств, радиологические лаборатории Госсанэпиднадзора, ветеринарные и сельскохозяйственные службы** – для контроля на местности или контроля отобранных образцов внешней среды на содержание радиоактивных и токсичных элементов;
- **радиохимические лаборатории** – для контроля технологических процессов на различных этапах производственного цикла и готовой продукции при производстве ядерного топлива; радиоактивных источников и препаратов;
- **ядерно-физические центры** – для проведения исследований спектров рентгеновского излучения в различных областях фундаментальной и прикладной физики;
- **таможенные посты** – для экспертной проверки легально перевозимых радиоактивных и делящихся веществ с известным изотопным составом и для контроля за несанкционированным перемещением ядерных и токсичных материалов, а также приборов и оборудования, содержащих ядерные и токсичные материалы;
- **геолого-разведочные и горнодобывающие предприятия** – для поиска и определения запасов, добычи и переработки минерального сырья, содержащего естественные радионуклиды, и для определения наличия и количества нерадиоактивных элементов радиоактивными методами.

ОПИСАНИЕ

Е основу работы спектрометров положен принцип преобразования энергии квантов рентгеновского излучения в чувствительном объеме полупроводникового детектора (ППД) в электрические импульсы пропорциональной амплитуды с последующей их регистрацией и обработкой многоканальным амплитудным анализатором.

Конструктивно спектрометры состоят из блока детектирования (БД), предусилителя спектрометрического ПУ) и спектрометрического устройства (СУ).

Блок детектирования ППД предназначен для преобразования энергии рентгеновских квантов в пропорциональные по амплитуде электрические сигналы.

Предусилитель спектрометрический (ПУ) предназначен для предварительного линейного усиления сигналов от детектора.

Спектрометрическое устройство (СУ) предназначено для усиления и формирования импульсов, поступающих с ПУ, и преобразования их в цифровой код.

Компьютер – многоканальный амплитудный анализатор с встроенным АЦП или с АЦП в составе СУ и программным обеспечением предназначен для накопления, визуализации, обработки спектрометрической информации и вывода ее на принтер.

Спектрометры выпускаются следующих модификаций:

- СЕР-1КП-ИФТП-(К-7К) с блоками детектирования БДЭР-К-7К на основе кремний-литиевых ППД, изготавливаемых по конструкторской документации УЛКА.418257.002;
- СЕР-1КП-ИФТП-(Г-7К) с блоками детектирования БДЭР-Г-7К на основе планарных ППД из особого чистого германия (ОЧГ), изготавливаемых по конструкторской документации УЛКА.418257.002;
- СЕР-1КП-ИФТП-(ПИН) с блоками детектирования БДЭР-КИ-11К на основе кремниевых планарных термоохлаждаемых р-і-n ППД, изготавливаемых по конструкторской документации УЛКА.418257.010;
- СЕР-1КП-ИФТП-(КДД) с блоками детектирования БДЭР-КИ-13К на основе кремниевых дрейфовых термоохлаждаемых ППД, изготавливаемых по конструкторской документации УЛКА.418257.018;

Рабочие условия применения:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 10 до плюс 35
- относительная влажность, % до 75 % при температуре окружающего воздуха плюс 30 °С
- атмосферное давление, ГПа до 1060

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

| | |
|--|---|
| 1. Диапазон регистрируемых энергий рентгеновского излучения, кэВ | 1 ÷ 150 |
| 2. Энергетическое разрешение спектрометра по энергии рентгеновского излучения, кэВ: 5,9 кэВ (Fe ⁵⁵), эВ 59,6 кэВ (Am ²⁴¹), эВ 122 кэВ (Co ⁵⁷), эВ | 180÷550 430÷570 500÷980 |
| 3. Чувствительность регистрации не менее, мм ² : для энергий рентгеновского излучения 5,9 (Fe ⁵⁵), кэВ; 59,6 (Am ²⁴¹), кэВ; 122 кэВ (Co ⁵⁷) | 180 для 7 мм ² и 12 мм ² 180 для 20 мм ² 480 для 500 мм ² 550 для 2000 мм ² |
| 4. Максимальная входная статистическая загрузка, с ⁻¹ | (1 × 10 ⁴) ÷ (1 × 10 ⁵) |
| 5. Время установления рабочего режима спектрометра, не более, мин | 30 |
| 6. Время непрерывной работы спектрометра, не менее, ч | 24 |

| | |
|---|--------------------------------|
| 7. Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность) в диапазоне измеряемых энергий, % | $\pm 0,1$ |
| 8. Нестабильность характеристики преобразования за время непрерывной работы (временная нестабильность), не более, % | $\pm 0,2$ |
| 9. Пределы допускаемой дополнительной погрешности характеристики преобразования в диапазоне измеряемых энергий при изменении температуры окружающей среды на каждые 10^0 С, % | $\pm 0,1$ |
| 10. Пределы допускаемой дополнительной погрешности характеристики преобразования в диапазоне измеряемых энергий при повышенной влажности окружающего воздуха до 75% и температуре $+30$ °С, % | $\pm 0,1$ |
| 11. Число каналов | 1024; 2048; 4096; 8192 |
| 12. Питание спектрометров осуществляется от сети переменного тока | |
| - напряжение, В | 220 ± 22 |
| - частота, Гц | 50 ± 1 |
| 13. Потребляемая мощность, ВА, не более | 25 |
| 14. Средняя наработка на отказ, ч, не менее | 20000 |
| 15. Средний срок службы, лет, не менее | 8 |
| 16. Габаритные размеры (длина \times ширина \times высота), не более, мм: | |
| • блоки детектирования БДЕР-КИ-11К и БДЕР-КИ-13К | 110 \times 40 \times 30 |
| • блоки детектирования БДЕР-К-7К и БДЕР-Г-7К в криостатах КР-А-2К, КР-В-2К и КР-Г-2К | 575 \times 370 \times 1000 |
| • блоки детектирования БДЕР-К-7К и БДЕР-Г-7К с системой охлаждения СО-Е-3К | 600 \times 220 \times 290 |
| • спектрометрическое устройство СУ-06П | 315 \times 240 \times 145 |
| • спектрометрическое устройство СУ-05П1 | 260 \times 250 \times 130 |
| • спектрометрическое устройство СУ-03П | 375 \times 350 \times 85 |
| • цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ-1К | 190 \times 145 \times 42 |
| • одноплатный процессор импульсных сигналов SBS-78 | 155 \times 125 \times 25 |
| • процессор импульсных сигналов «Колибри» КС-003 | 137 \times 85 \times 35 |
| • процессор импульсных сигналов «Колибри» КС-004 | 158 \times 95 \times 85 |
| 17. Масса, кг, не более: | |
| • блоки детектирования БДЕР-КИ-11К и БДЕР-КИ-13К | 0,25 |
| • блоки детектирования БДЕР-К-7К и БДЕР-Г-7К в криостатах КР-А-2К, КР-В-2К и КР-Г-2К | 40,0 |
| • блоки детектирования БДЕР-К-7К и БДЕР-Г-7К с системой охлаждения СО-Е-3К | 40,0 |
| • спектрометрическое устройство СУ-06П | 5,0 |
| • спектрометрическое устройство СУ-05П1 | 5,0 |
| • спектрометрическое устройство СУ-03П | 3,0 |
| • цифровое спектрометрическое устройство ЦСУ-1К | 1,0 |
| • одноплатный процессор импульсных сигналов SBS-78 | 0,3 |
| • процессор импульсных сигналов «Колибри» КС-003 | 0,475 |
| • процессор импульсных сигналов «Колибри» КС-004 | 0,43 |

КОМПЛЕКТНОСТЬ

| № п/п | Обозначение | Наименование (тип) составных частей (блоков) | Кол-во, шт. | Примечание |
|-----------|--|---|-------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 6 | 7 |
| 1. | | Блоки и устройства детектирования | | |
| 1.1 | БДЕР-К-7К (УЛКА.418257.002) | Блоки детектирования с кремний-литиевыми ППД в криостатах КР-А-2К, КР-В-2К и КР-Г-2К 2К с сосудом Дьюара СК-16 или системой охлаждения СО-Е-2К. | 1 | В соответствии с заказом |
| 1.2 | БДЕР-Г-7К (УЛКА.418257.002) | Блоки детектирования с ППД из ОЧГ в криостатах КР-А-2К, КР-В-2К и КР-Г-2К 2К с сосудом Дьюара СК-16 или системой охлаждения СО-Е-2К. | 1 | В соответствии с заказом |
| 1.3 | БДЕР-КИ-11К (УЛКА.418257.010) | Блоки детектирования с кремниевыми термоохлаждаемыми p-i-n ППД | 1 | В соответствии с заказом |
| 1.4 | БДЕР-КИ-13К (УЛКА.418257.018) | Блоки детектирования с кремниевыми термоохлаждаемыми дрейфовыми ППД | 1 | В соответствии с заказом |
| 2. | | Спектрометрические устройства | | |
| 2.1 | СУ-06П (ДЦКИ.412131.014) | Спектрометрическое устройство в стандарте «Евромеханика» с АЦП и блоком питания термоохлаждителя. | 1 | В соответствии с заказом |
| 2.2 | СУ-05П1 (ДЦКИ.412131.007) | Спектрометрическое устройство в стандарте «Евромеханика», 19-ти дюймовый конструктив по МЭК 297 с АЦП. | 1 | В соответствии с заказом |
| 2.3 | ЦСУ-1К (УЛКА.412131.028) | Цифровое спектрометрическое устройство в оригинальном конструктиве с формфактором 5,25" дисковод для размещения в ПК. | 1 | В соответствии с заказом |
| 2.4 | SBS-78 (АБЛК.468154.412) | Одноплатный процессор импульсных сигналов. Устанавливается в стационарный ПК, «Desktop» или «Notebook» | 1 | В соответствии с заказом |
| 2.5 | «Колибри» КС-003 (АБЛК.468138.402) | Процессор импульсных сигналов в оригинальном конструктиве | 1 | В соответствии с заказом |
| 2.6 | «Колибри» КС-004 (АБЛК.468138.402-02) | Процессор импульсных сигналов в оригинальном конструктиве | 1 | В соответствии с заказом |
| 2.7 | СУ-03П (ДЦКИ.412131.005) | Спектрометрическое устройство в оригинальном конструктиве без АЦП | 1 | В соответствии с заказом |
| 3. | | Спектрометрические амплитудно-цифровые преобразователи | | |
| 3.1 | АЦП-8К-В1, АЦП-8К-В2 (ДЦКИ.411619.004) | Вилкинсон 100 Гц, шина PCI, 1 и 2 канала соответственно, память, таймер, счетный выход. Конструктив IBM PC. | 1 | В соответствии с заказом |
| 3.2 | АЦП-8К-2М (ДЦКИ.411619.008) | Вилкинсон 100 Гц, шина ISA, 2 входа, буферная память, таймер. Конструктив IBM PC. | 1 | В соответствии с заказом |
| 4. | | Компьютеры | | |
| 4.1 | | Компьютер IBM PC, в т.ч. «Desktop» и «Notebook», включающие системный блок, клавиатуру, монитор, принтер и т.д.. | 1 | Конфигурация определяется заказчиком. |
| 5. | | Программное обеспечение | | Выбирается заказчиком |
| 5.1 | | LSRM-W2 НПЦ «АСПЕКТ» | 1 экз. | Выбирается заказчиком |
| 5.2 | | «XRF Pro», ООО НИПП «ГРИНСТАР ИНСТРУМЕНТС» | 1 экз. | Выбирается заказчиком |
| 6. | | Сервисные комплектующие блоки | | |
| 6.1 | ГСИ-01 (ДЦКИ.418259.006) | Блок спектрометрических импульсов (генератор точной амплитуды) в конструктиве NIM. | 1 | Выбирается заказчиком |
| 6.2 | БКА-01 (ДЦКИ.411619.009) | Блок аналогового мультиплексора в конструктиве NIM | 1 | Выбирается заказчиком |
| 6.3 | БКУ-01 (ДЦКИ.411712.007) | Блок контроля уровня жидкого азота в конструктиве NIM | 1 | Выбирается заказчиком |
| 6.4 | БНК-3102 | Блок питания блоков детектирования БДЕР-КИ-11К и | 1 | Выбирается |

| | | | | |
|-----|--------------------|---|---------------------|--------------------------|
| | | БДЕР-КИ-13К с термоэлектрическим охлаждением ППД | | заказчиком |
| 7. | | Соединительные кабели | 1 компл- лект | В соответствии с заказом |
| 8. | | Техническая документация | | |
| 8.1 | УЛКА.412131.022 РЭ | Руководство по эксплуатации спектрометра | 1 компл- лект | В соответствии с заказом |
| 8.2 | | Эксплуатационная техническая документация на конкретные комплектующие блоки | 1 | В соответствии с заказом |

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится графически или специальным штемпелем на титульном листе руководства по эксплуатации УЛКА.412131.022 РЭ и методом сеткографии или путем наклеивания шильдика на заднюю стенку спектрометрического устройства.

ПОВЕРКА

Поверка проводится в соответствии с п.10 «Методика поверки» руководства по эксплуатации УЛКА.412131.022 РЭ, согласованным ФГУП «ВНИИФТРИ» 10.12.2006 г.

Основные средства поверки: комплекты образцовых спектрометрических источников гамма-излучения ОСГИ ($\Delta = \pm 3\%$; $P=0,95$) и рентгеновского излучения СОИРИ ($\Delta = \pm 3\%$; $P=0,95$), источник ИРИЖ-1 ($\Delta = \pm 5\%$; $P=0,95$), аттестованные в установленном порядке.

Межповерочный интервал – один год.

НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

| | |
|--------------------|--|
| ГОСТ 27451-87 | Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия. |
| ГОСТ 26874-86 | Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерений основных параметров. |
| ГОСТ Р 51350-99 | Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования |
| НРБ-99 | Нормы радиационной безопасности. |
| ОСПОРБ – 99 | Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. |
| УЛКА.412131.022 ТУ | Спектрометр энергии рентгеновского излучения полупроводниковый СЕР-1КП-ИФТП. Технические условия. |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип спектрометров энергии рентгеновского излучения полупроводниковых СЕР-1КП-ИФТП утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

Изготовитель: ФГУП Институт физико-технических проблем Федерального агентства по атомной энергии.

Адрес: Россия, 141980, г. Дубна Московской области
ул. Курчатова, д. 4, ГУС, а/я 39, ФГУП ИФТП
Тел.: 6-27-89 (секретарь) Факс: 49621-65082
E-mail: iftp@dubna.ru

Главный инженер ФГУП ИФТП

В.С. Хрунов

