

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Комплексы спектрометрические СКС-07П «Кондор»

#### Назначение средства измерений

Комплексы спектрометрические СКС-07П «Кондор» предназначены для:

- измерения абсолютной, удельной и объемной активности в пробах и объектах по альфа-, бета-, гамма- и рентгеновскому излучениям;
- измерения энергетического распределения ионизирующих излучений;
- идентификации радионуклидов по альфа-, бета-, гамма- и рентгеновскому излучениям;
- определения радионуклидного состава анализируемой пробы;
- оценки степени обогащения урана и изотопного состава плутония в геометрии, отличной от точечной;
- автоматизированной обработки результатов измерения, их анализа, хранения и вывода информации.

Комплексы спектрометрические СКС-07П «Кондор» могут использоваться в качестве средств измерений в составе различных спектрометрических систем и установок (системы АСКРО (АСРК), установки паспортизации РАО, установки измерения концентрации нуклидов в различных растворах, установки по неразрушающему анализу состава вещества, и другие).

#### Описание средства измерений

Комплекс спектрометрический СКС-07П «Кондор» (далее - комплекс) представляет собой измерительное устройство, состоящее из набора измерительных трактов альфа-, бета-, гамма- и рентгеновского излучения. В состав комплекса могут входить следующий тракты:

- полупроводниковый гамма-тракт, состоящий из полупроводникового блока детектирования гамма-излучения с кристаллом из особо чистого германия (ОЧГ), различных моделей и исполнений, или с кристаллом CdZnTe (CdTe), процессора импульсных сигналов SBS или иного многоканального амплитудного анализатора, низкофоновой защиты (коллиматор);
- сцинтилляционный гамма-тракт, состоящий из сцинтилляционного детектора гамма-излучения типа БДЭГ, процессора импульсных сигналов типа SBS или иного многоканального амплитудного анализатора, низкофоновой защиты или коллиматора;
- полупроводниковый альфа-тракт, состоящий из полупроводникового альфа-детектора, вакуумной камеры, процессора импульсных сигналов SBS или иного многоканального амплитудного анализатора;
- сцинтилляционный бета-тракт, состоящий из сцинтилляционного блока детектирования типа БДЭБ (БДЭС) или жидкостного сцинтилляционного устройства детектирования типа УДБТ (УДКС), процессора импульсных сигналов SBS или иного многоканального амплитудного анализатора, низкофоновой защиты;
- рентгеновский тракт, состоящий из полупроводникового блока детектирования рентгеновского излучения с кристаллом из особо чистого германия (ОЧГ) или на основе кристалла кремния, процессора импульсных сигналов SBS или иного многоканального амплитудного анализатора, свинцового защитного экрана или коллиматора;
- для управления комплексом используется компьютер типа IBM PC с установленным специализированным программным обеспечением.

Работа комплекса основана на принципе преобразования энергии заряженных частиц или квантов ионизирующего излучения в электрический сигнал, накопления статистики событий информационного потока (получение спектра) и извлечения информации из полученного распределения для определения параметров объекта по содержанию и активности радионуклидов.

Квант или частица излучения, взаимодействуя с материалом детектора блока детектирования, передаёт частично или полностью свою энергию детектору. С детектора снимается сигнал, пропорциональный поглощенной энергии.

Сигнал с выхода блока детектирования подаётся на вход процессора импульсных сигналов SBS или иного многоканального амплитудного анализатора, в котором он усиливается, формируется специальным образом для получения оптимального отношения сигнал/шум и преобразуется в цифровой код, пропорциональный поглощённой энергии.

Получаемые коды накапливаются в памяти компьютера и формируют энергетический спектр излучения - зависимость количества зарегистрированных импульсов от энергии излучения.

Программное обеспечение комплекса позволяет управлять работой комплекса, обрабатывать спектры в автоматическом и интерактивном режимах, и содержит справочник данных энергий излучения нуклидов (библиотекарь) и позволяет идентифицировать радионуклиды и определять значения их активности в исследуемых пробах и объектах.

Обработанные результаты и спектры могут сохраняться в виде файлов на устройствах долговременного хранения компьютера или распечатываться на принтере.

Комплекс может изготавливаться в лабораторном и мобильном исполнении, в зависимости от его состава, модели процессора импульсных сигналов SBS и блока детектирования и типа компьютера.

Исполнение комплекса определяется картой заказа или спецификацией к договору поставки оборудования при этом в его состав могут входить один или несколько измерительных трактов, компьютер типа IBM PC с клавиатурой и ручным манипулятором «мышь», комплект сигнальных кабелей, специализированное программное обеспечение.

Дополнительно в соответствии с картой заказа или спецификацией к договору поставки оборудования в состав комплекса могут быть включены, низкофоновые защиты (коллиматоры), контрольные радионуклидные источники (ниже МЗА), измерительные сосуды и кюветы, дополнительное вспомогательное оборудование и принадлежности, расходные материалы.

Питание комплекса осуществляется:

- от сети переменного тока частотой  $50_{-2,5}^{+1}$  номинальным напряжением  $220_{-33}^{+22}$  В, при этом потребляемая мощность при номинальном значении напряжения питания не превышает 350 ВА;
- от встроенного аккумулятора с напряжением от 11,5 до 16 В, при этом потребляемая от источника питания мощность не превышает 100 Вт.

Внешний вид комплексов и схема пломбировки от несанкционированного доступа приведены на рисунках 1, 2, 3 и 4.

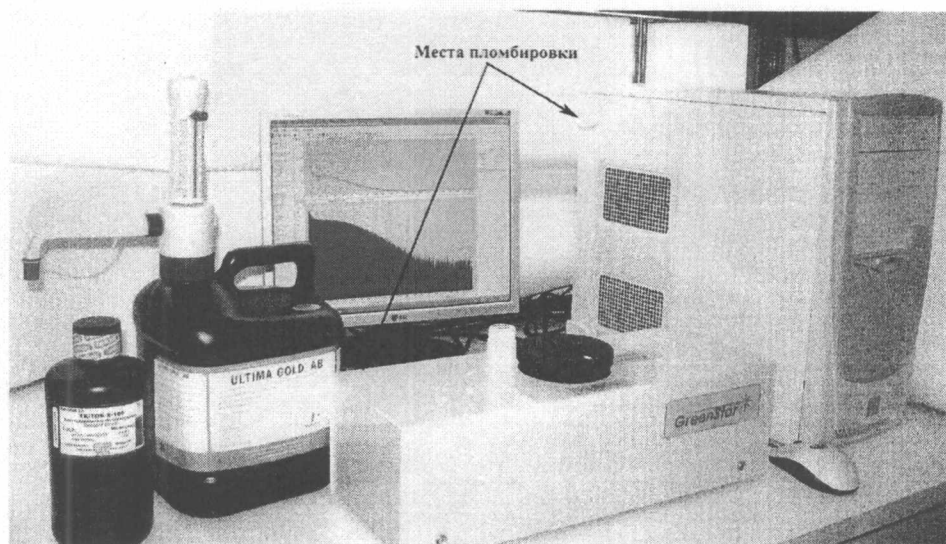


Рисунок 1 – Общий вид комплекса в лабораторном исполнении с жидкостным сцинтилляционным бета-трактом в комплекте с устройством детектирования, расходными материалами и механическим дозатором переменного объема.

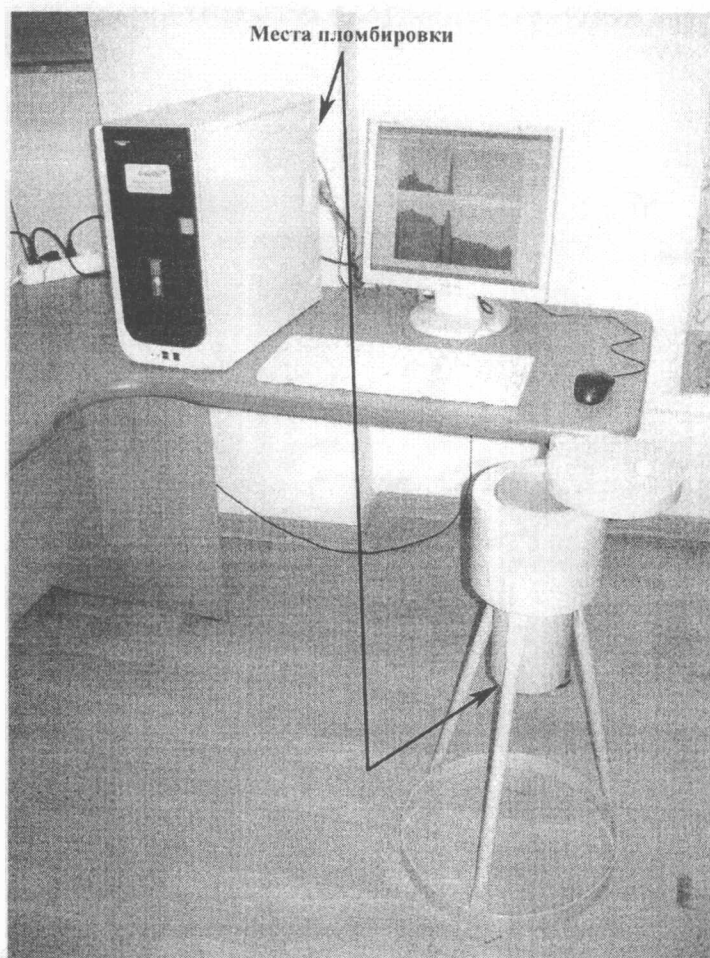


Рисунок 2 – Общий вид комплекса в лабораторном исполнении со сцинтилляционным гамма-трактом в комплекте с низкофоновой защитой.

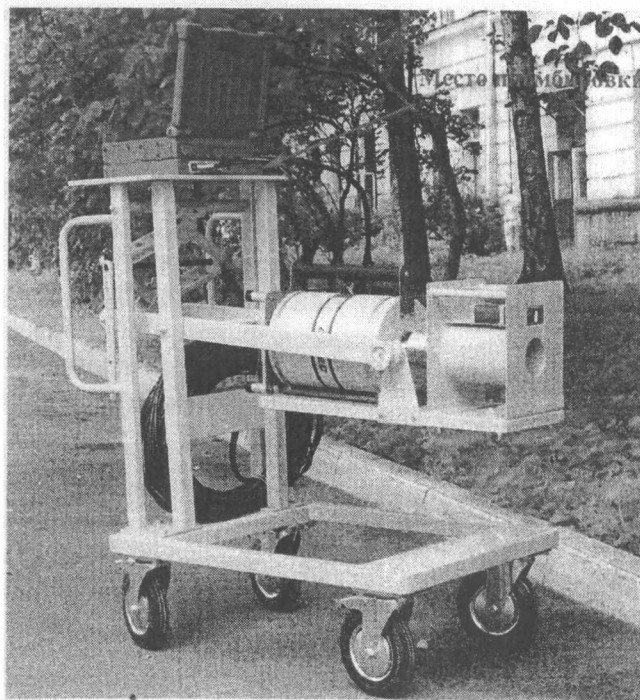
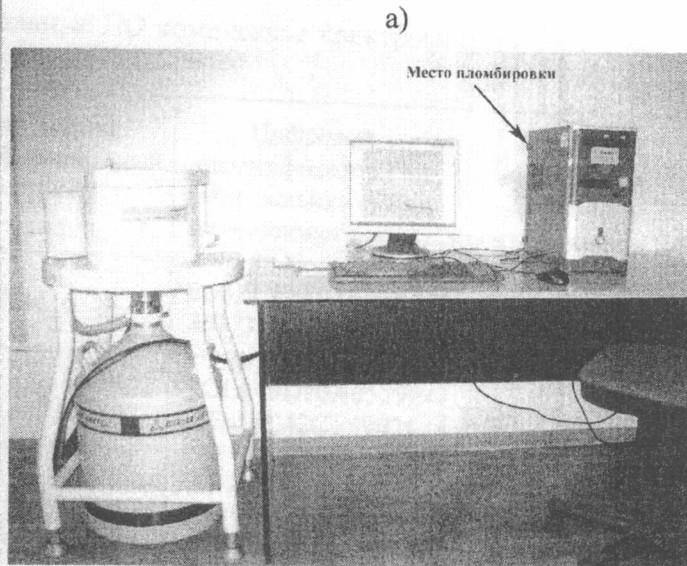
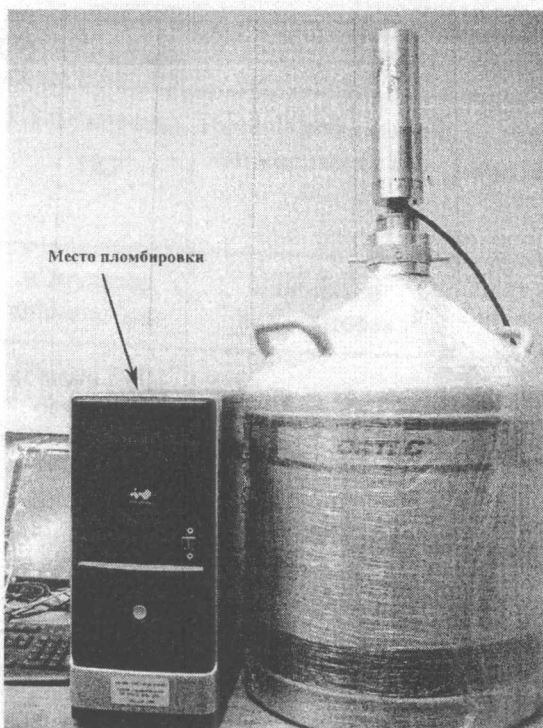


Рисунок 3 – Общий вид комплекса в мобильном исполнении с полупроводниковым гамма-трактом на основе азотного охлаждения с портативным сосудом Дьюара в комплекте с транспортным устройством.



б)

Рисунок 4 – Общий вид комплекса в лабораторном исполнении с полупроводниковым гамма-трактом на основе азотного охлаждения в сосуде Дьюара (а) в комплекте с низкофоновой защитой (б).

## Программное обеспечение

При поставке комплексы комплектуются комплектом специализированного программного обеспечения (далее - ПО), работающего под управлением операционной системы Windows XP и более поздних версий.

Автоматизированная и ручная настройка режимов работы процессора импульсных сигналов SBS или иного многоканального амплитудного анализатора комплекса, выбор измерительного тракта, энергетическая калибровка, набор спектра и измерение пробы, передача информации между спектрометрическим трактом и компьютером, накопление и сохранение спектрометрической информации в компьютере, отображение работы в режиме реального времени, организация интерфейса между оператором и оборудованием осуществляется в комплексе с помощью ПО «Эмулятор анализатора».

В зависимости от спектрометрических трактов, входящих в состав комплекса, обработка полученных энергетических спектров, определение абсолютной, удельной и объемной активности в пробах и объектах, идентификация радионуклидов, определение радионуклидного состава анализируемой пробы, создание рабочей библиотеки радионуклидов, получение протоколов с результатами измерений в комплексе осуществляется с использованием следующего ПО:

- «Гамма ППД базовая» («Gamma Basic») - для полупроводникового гамма-тракта;
- «Гамма Сц базовая» («Scint Basic») - для сцинтилляционного гамма-тракта и рентгеновского тракта;
- «Бета-анализатор» («Beta Basic») - для сцинтилляционного бета-тракта;
- «Liquid Master» - для жидкосцинтилляционного бета-тракта;
- «Alfa Basic» - для полупроводникового альфа-тракта;

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО комплексов спектрометрических СКС-07П «Кондор»

| Наименование ПО        | Идентификационное наименование ПО | Номер версии (идентификационный номер) ПО | Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) | Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО |
|------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| «Эмулятор анализатора» | «Эмулятор анализатора»            | 2014_6                                    | F6D4ECE6F03420AAE<br>BB73E0166C3366E                            | MD5_FileChecker                                 |
| «Гамма ППД базовая»    | «Gamma Basic»                     | 1.0                                       | 99C1A49D70A0529E4<br>0F614C42CE59021                            | MD5_FileChecker                                 |
| «Гамма Сц базовая»     | «Scint Basic»                     | 1.0                                       | FAF98C9828A0B1AA<br>ED95904D0A0C1184                            | MD5_FileChecker                                 |
| «Бета-анализатор»      | «Beta Basic»                      | 1.1                                       | CA2204B05FC8B47EF<br>BDB3533D0041B59                            | MD5_FileChecker                                 |
| «Alfa Basic»           | «Alfa Basic»                      | 2.0                                       | 350C6360F924674232<br>A50D5D3E83E6DF                            | MD5_FileChecker                                 |
| «Liquid Master»        | «Liquid Master»                   | 1.1                                       | E9B855A9BD81D5C16<br>1608391E7E077A3                            | MD5_FileChecker                                 |

Примечание. Контрольная сумма относится к текущей версии программного обеспечения.

Уровень защиты ПО и измерительной информации комплексов от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню "средний" согласно Р 50.2.077-2014.

Совместимым с ПО «Эмулятор анализатора» является следующее программное обеспечение: «Гамма ППД профессиональная» («Gamma Pro»), «Гамма Сц профессиональная» («Scint Pro»), «FusMat», «Alfa Pro».

При комплектации комплекса совместимым программным обеспечением в сопроводительной документации должны быть указаны идентификационные данные этого ПО для последующего метрологического обслуживания.

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики комплексов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные метрологические и технические характеристики комплексов спектрометрических СКС-07П «Кондор»

| Наименование характеристики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Значение характеристики                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Энергетическое разрешение:<br>- для альфа-тракта, кэВ<br>- для бета-тракта, %<br>- для полупроводникового гамма-тракта<br>- для сцинтилляционного гамма-тракта, %<br>- для рентгеновского тракта, эВ                                                                                                                                        | от 14 до 70<br>от 10 до 18<br>от 1,75 до 2,4<br>от 6,0 до 12,0<br>от 130 до 550                                                                                 |
| Диапазон регистрируемых энергий, кэВ:<br>- для альфа-тракта<br>- для бета-тракта с блоком детектирования на основе сцинтилляционного кристалла<br>- для бета-тракта с блоком детектирования на основе жидкого сцинтиллятора<br>- для полупроводникового гамма-тракта<br>- для сцинтилляционного гамма-тракта<br>- для рентгеновского тракта | от $4,5 \cdot 10^3$ до $7,6 \cdot 10^3$<br>от 50 до $3,5 \cdot 10^3$<br>от 5 до $3,5 \cdot 10^3$<br>от 50 до $3 \cdot 10^3$<br>от 50 до $3 \cdot 10^3$<br>1-100 |
| Интегральная нелинейность (предел допускаемой основной погрешности), %:<br>- для альфа-тракта<br>- для полупроводникового гамма-тракта<br>- для сцинтилляционного гамма-тракта<br>- для рентгеновского тракта                                                                                                                               | ±0,25<br>±0,05<br>±1,0<br>±0,25                                                                                                                                 |
| Максимальная статистическая загрузка, не менее, имп/с:<br>- при $\tau=1$ мкс<br>- при $\tau=2$ мкс<br>- при $\tau=4$ мкс<br>- при $\tau=8$ мкс                                                                                                                                                                                              | $2 \cdot 10^5$<br>$10^5$<br>$5 \cdot 10^4$<br>$2,5 \cdot 10^4$                                                                                                  |
| Диапазон измерений активности за 1800 с, Бк:<br>- для полупроводникового гамма-тракта<br>- для сцинтилляционного гамма-тракта<br>- для бета-тракта<br>- для альфа-тракта<br>- для рентгеновского тракта                                                                                                                                     | от 100 до $10^6$<br>от 100 до $10^6$<br>от 100 до $5 \cdot 10^4$<br>от 100 до $10^6$<br>от 100 до $10^6$                                                        |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения активности за 1800 с в диапазоне активностей, указанных выше, %                                                                                                                                                                                                            | ±10                                                                                                                                                             |



| Наименование характеристики                                                 | Значение характеристики |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Нестабильность характеристики преобразования за время непрерывной работы, % |                         |
| - для полупроводникового гамма-тракта                                       | $\pm 0,02$              |
| - для альфа- и рентгеновского трактов                                       | $\pm 0,2$               |
| - для гамма- и бета-тракта со сцинтилляционным детектором                   | $\pm 2,0$               |
| Время установления рабочего режима для каждого тракта, не более, мин        | 30                      |
| Время непрерывной работы, не менее, ч                                       | 24                      |
| Рабочие условия эксплуатации:                                               |                         |
| - температура окружающего воздуха, °C                                       | от минус 20 до + 35     |
| - верхнее значение относительной влажности при +30 °C, %                    | 75                      |
| - атмосферное давление в диапазоне, кПа                                     | от 84,0 до 106,7        |
| Напряжение питания:                                                         |                         |
| - от сети переменного тока частотой $(50 \pm 1)$ Гц, В                      | $220 \pm 22$            |
| - от встроенных аккумуляторов, В                                            | 11,5-16                 |
| Потребляемая мощность:                                                      |                         |
| - от сети переменного тока, не более, В·А                                   | 350                     |
| - от аккумулятора с напряжением от 11,5 до 16 В, не более, Вт               | 50                      |
| Средний срок службы                                                         | 10 лет                  |
| Средняя наработка на отказ, ч, не менее                                     | 8000                    |

Метрологические характеристики комплекса - эффективность регистрации излучения (чувствительность), фон, скорость счета от контрольных источников, габаритные размеры и масса определяются для каждого измерительного тракта под условия конкретной измерительной задачи Заказчика при вводе комплекса в эксплуатацию.

#### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом или специальным штампом.

#### Комплектность средства измерений

В комплект поставки комплексов спектрометрических СКС-07П «Кондор» входят изделия и эксплуатационные документы, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Комплект поставки комплексов спектрометрических СКС-07П «Кондор»

| №   | Наименование                                                                                                                         | Количество, штук |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1.  | Персональная ЭВМ типа IBM PC                                                                                                         | 1                |
| 2.  | Альфа-тракт с набором детекторов и вакуумной камерой                                                                                 |                  |
| 3.  | Бета-тракт с набором сцинтилляционных детекторов                                                                                     |                  |
| 4.  | Бета-тракт с набором жидкосцинтилляционных детекторов                                                                                |                  |
| 5.  | Гамма-тракт с набором полупроводниковых детекторов                                                                                   |                  |
| 6.  | Гамма-тракт с набором сцинтилляционных детекторов                                                                                    |                  |
| 7.  | Рентгеновский тракт с набором детекторов                                                                                             |                  |
| 8.  | Процессор импульсных сигналов SBS для каждого измерительного тракта                                                                  | 1                |
| 9.  | Свинцовая защита блоков детектирования                                                                                               | 1                |
| 10. | Комплект контрольных радионуклидных источников                                                                                       | 1                |
| 11. | Программное обеспечение и его описание                                                                                               | 1                |
| 12. | Комплект эксплуатационной документации, включающей документацию всех узлов комплексов, руководство по эксплуатации, методику поверки | 1                |
| 13. | Комплект соединительных кабелей для всех узлов                                                                                       | 1                |
| 14. | Вспомогательные устройства                                                                                                           |                  |

### Поверка

осуществляется по разделу 4 «Поверка» «Комплекс спектрометрический. Руководство по эксплуатации» АБЛК.412134.400 РЭ по методикам:

1. МИ 1798-87. Альфа-спектрометры с полупроводниковыми детекторами. Методика поверки;
2. МИ 1916-88. Гамма-спектрометры с полупроводниковыми детекторами. Методика поверки;
3. АБЛК.412138.400 МП2. «Комплекс спектрометрический СКС-07П. Методика поверки тракта регистрации рентгеновского излучения» (утв. ФГУ «Менделеевский ЦСМ» (Центральное отделение), 2010 г.);
4. АБЛК.468154.400 МП. «Комплекс спектрометрический СКС-07П. Методика поверки тракта регистрации гамма-излучения со сцинтилляционными детекторами» (утв. ФГУ «Менделеевский ЦСМ» (Центральное отделение), 2010 г.);
5. АБЛК.412134.400 МП1. «Комплекс спектрометрический СКС-07П «Кондор». Методика поверки тракта регистрации бета-излучения со сцинтилляционными детекторами». (утв. ФГУ «Менделеевский ЦСМ» (Центральное отделение), 2010 г.);



6. АБЛК.412134.400 МП5. «Комплекс спектрометрический СКС-07П-Б10 (Б11)». Методика поверки тракта регистрации бета - излучения с жидкостинцилляционными детекторами». (утв. ФГУ «Менделеевский ЦСМ» (Центральное отделение), 2010 г).

Основное поверочное оборудование: Наборы эталонных 2 разряда спектрометрических источников ОСГИ 3, ОСГИ-Р, ИМН-Г и ОСАИ, аттестованные в установленном порядке.

#### Сведения о методиках (методах) измерений

АБЛК.412134.400 РЭ. «Комплекс спектрометрический СКС-07П «Кондор». Руководство по эксплуатации».

#### Нормативные и технические характеристики, устанавливающие требования к комплексам спектрометрическим СКС-07П «Кондор»

|                    |                                                                                                        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ГОСТ 27451-87      | Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия                                   |
| ГОСТ 27173-86      | Блоки и устройства детектирования ионизирующих излучений спектрометрические. Общие технические условия |
| ГОСТ 26874-86      | Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров                      |
| АБЛК.412134.400 ТУ | Комплекс спектрометрический СКС-07П «Кондор». Технические условия                                      |

#### Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью Научно-исследовательское производственное предприятие «ГРИН СТАР ИНСТРУМЕНТС» (ООО НИПП «ГРИН СТАР ИНСТРУМЕНТС»)

ИНН 7734188398 КПП 773401001

Адрес: 123060, г. Москва, ул. Расплетина, д.5, стр.1

Тел.(495) 943 -27 -94, факс (495) 943 -20-31

E-mail: [grstar@mega.ru](mailto:grstar@mega.ru)

#### Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное государственное учреждение «Менделеевский центр стандартизации, метрологии и сертификации» (Центральное отделение) (ГЦИ СИ ФГУ «Менделеевский ЦСМ» (Центральное отделение))

Юридический адрес: РФ, 141570, Московская обл, пгт Менделеево

Телефон +7(495)994-22-10

Факс +7(495)994-22-11

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

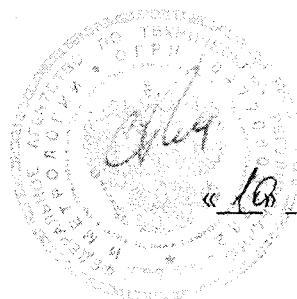
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУ «Менделеевский ЦСМ» (Центральное отделение) по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 300083-08.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.П.



«10» 08 2015 г.

*Handwritten signature*