

УТВЕРЖДАЮ

Зам. руководителя ГЦИ СИ  
ФГУ «Менделеевский ЦСМ» -  
директор Центрального отделения



С. Б. Рубайлов

2010 г.

# КОМПЛЕКС СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СКС-07П

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ТРАКТА РЕГИСТРАЦИИ  
ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ СО  
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫМИ ДЕТЕКТОРАМИ

АБЛК.412134.400 МП

и.р. 19954-10

Генеральный директор ООО НИПП

"ТРИНЬ СТАР ИНСТРУМЕНТС"



Г.Е. Скакун

2010 г.

2010 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>5</b>
<b>5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>8</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А .....</b>	<b>9</b>

Настоящая методика распространяется на комплекс спектрометрический СКС-07П (далее - Комплекс) с трактом регистрации гамма-излучения на базе сцинтилляционных детекторов, предназначенный для измерения спектров гамма-излучения и активности образцов, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических проверок.

Межповерочный интервал – один год.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении проверки должны быть выполнены операции, указанные в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта методики проверки	Обязательность проведения операции при	
		первичной проверке	периодической проверке
1. Внешний осмотр	4.1	Да	Да
2. Опробование	4.2	Да	Да
3. Проверка энергетического разрешения.	4.3.1	Да	Да
4. Проверка диапазона энергии регистрируемого гамма-излучения	4.3.2	Да	Да
5. Проверка интегральной нелинейности	4.3.3	Да	Да
6. Определение долговременной нестабильности	4.3.4	Да	Нет
7. Определение погрешности измерения активности	4.3.5	Да	Да

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства:

- источники  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{152}\text{Eu}$  типа ОСГИ-3, ОСГИ-Р, ИМН-Г-1 (далее ОСГИ)
- контрольный источник  $^{232}\text{Th}$  типа ИМН-Г.

2.2. Наименование используемых при каждой операции средств поверки приведены в Таблице 2.

Т а б л и ц а 2 Средства поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование образцовых средства измерений, основные метрологические характеристики
1. Внешний осмотр	4.1	—
2. Опробование	4.2	Источник ОСГИ $^{137}\text{Cs}$ , контрольный источник $^{232}\text{Th}$
3. Определение энергетического разрешения	4.3.1	Источник ОСГИ $^{137}\text{Cs}$
4. Проверка диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения		Контрольный источник $^{232}\text{Th}$
5. Проверка интегральной нелинейности		Источник ОСГИ $^{241}\text{Am}$ , контрольный источник $^{232}\text{Th}$
6. Определение долговременной нестабильности	4.3.2	Источник ОСГИ $^{241}\text{Am}$ , контрольный источник $^{232}\text{Th}$
7. Определение погрешности измерения активности	4.3.6	Источник ОСГИ $^{137}\text{Cs}$

## 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия: температура окружающей среды должна находиться в пределах 15-35 °С; изменение температуры окружающей среды не должно превышать  $\pm 2$  °С от среднего значения в процессе измерений; относительная влажность не более 8 %; атмосферное давление от 86 до 106 кПа; изменение номинального значения напряжения питания не должно превышать  $\pm 2$  %.

Частота следования статистически распределенных входных импульсов Комплекса от источников гамма-излучения при определении метрологических параметров не должна превышать  $10^3$  имп/с, если иное не оговорено в соответствующем пункте методики.

3.2. Подготовку Комплекса к поверке, работу с ним, а также с используемыми при поверке средствами измерения, проводить в соответствии с указаниями, изложенными в документе «Комплекс спектрометрический СКС-07П. Руководство по эксплуатации АБЛК.412134.400 РЭ» (далее - РЭ), "Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99", "Нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009" и инструкциями по работе на установках высокого напряжения.

## **4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **4.1. Внешний осмотр**

При внешнем осмотре проверить соответствие гамма-спектрометрического комплекса следующим требованиям:

- крепление шин заземления и сетевых вилок должно быть надежно;
- соединительные кабели не должны иметь видимых повреждений;
- комплектность комплекса должна соответствовать паспорту.

### **4.2. Опробование**

Запустить рабочую программу комплекса ESBS.EXE. В дистансерное устройство блока детектирования установить источник  $^{137}\text{Cs}$  из комплекта ОСГИ.

Опробование комплекса проводить по истечении времени установления рабочего режима (30 мин) после подачи рабочего напряжения на детектор.

Провести в течение 600 с набор спектра. Пик 661,6 кэВ  $^{137}\text{Cs}$  должен находиться примерно в 200 канале анализатора комплекса (при количестве каналов анализатора - 1024). При необходимости изменить усиление комплекса.

Установить контрольный источник  $^{232}\text{Th}$  на расстоянии 50 мм от детектора и провести набор спектра в течение 900 с. Определить положение пиков 239 и 2614 кэВ  $^{232}\text{Th}$  и провести коррекцию энергетической градуировки комплекса.

### **4.3. Проверка метрологических параметров.**

#### **4.3.1. Проверка энергетического разрешения**

Установить источник ОСГИ  $^{137}\text{Cs}$  на расстоянии 100 мм от детектора.

Провести набор спектра в течение 900 с.

Выделить энергетическую зону (ROI) в области энергий 580 –750 кэВ около пика 661,7 кэВ. Определить разрешение на вкладке «Пики» программы ESBS.

Комплекс считается выдержавшим проверку энергетического разрешения, если измеренное значение энергетического разрешения не превышает значения, указанного в п.1.1.2.1 РЭ.

#### 4.3.2. Проверка энергетического диапазона энергий

Установить контрольный источник  $^{232}\text{Th}$  на расстоянии 50 мм от детектора.

Провести набор спектра в течении 600 с. Определить положение пиков 239 и 2614 кэВ  $^{232}\text{Th}$  и провести коррекцию энергетической градуировки комплекса по этим пикам.

Определить каналы спектра, соответствующие нижней и верхней границам рабочего диапазона энергий (50 и 3500 кэВ).

Проверка комплекса считается успешной, если в найденных каналах счёт не равен нулю.

#### 4.3.3. Проверка интегральной нелинейности

Установить источник ОСГИ  $^{241}\text{Am}$  и контрольный источник  $^{232}\text{Th}$  на расстоянии 50 мм от детектора.

Провести набор спектра в течение 900 с. Провести линейную энергетическую градуировку по пикам с табличными значениями энергий  $E_{\text{табл}}$ , равным 59,5 ( $^{241}\text{Am}$ ), 239 ( $^{232}\text{Th}$ ), 583 ( $^{232}\text{Th}$ ), 2614 ( $^{232}\text{Th}$ ).

Для каждого из пиков, указанных выше, определить  $\delta_i = |E_{i\text{изм}} - E_{i\text{табл}}|$ , где  $E_{i\text{изм}}$  – измеренное значение энергии  $i$ -го пика после проведённой линейной градуировки. Из всех вычисленных значений  $\delta_i$  определяют максимальное  $\delta_{\text{max}}$ . Определяют значения интегральной нелинейности в %

$$\text{ИНЛ} = \delta_{\text{max}} / (E_{\text{max}} - E_{\text{min}}) * 100 \quad (1)$$

где  $E_{\text{min}} = 59,5$  кэВ,

$E_{\text{max}} = 2614$  кэВ.

Проверка интегральной нелинейности Комплекса считается успешной, если вычисленное значение ИНЛ не превосходит значения ИНЛ, указанного в п.1.1.2.1 РЭ.

#### 4.3.5 Проверка долговременной нестабильности

Установить источник ОСГИ  $^{241}\text{Am}$  контрольный источник  $^{232}\text{Th}$  на расстоянии 50 мм от детектора.

Провести набор 8 спектров в течение 600 с каждый, интервал между началом измерений 3600 с.

Для каждого спектра определить  $N_{ij}$  положение пиков 59,5 ( $^{241}\text{Am}$ ), 239 ( $^{232}\text{Th}$ ), 583 ( $^{232}\text{Th}$ ), 2614 ( $^{232}\text{Th}$ ) и  $N_{\text{иср}}$  – среднее по  $j=8$  измерениям по формуле

$$N_{icc} = \frac{\sum N_i}{8} \quad (2)$$

Вычислить среднеквадратические отклонения  $S_i$  для каждого пика по формуле:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^8 (N_i - N_{icc})^2}{8 \cdot (8 - 1)}} \quad (3)$$

Из полученных значений  $S_i$  для пиков выбрать максимальное  $S_{max}$  и рассчитать временную нестабильность ( $D_t$ ) в процентах по формуле:

$$D_t = \frac{S_{max} \cdot B}{E_{max}} \times 100\% \quad (4)$$

где:  $B$  - энергетическая ширина канала, кэВ;

$E_{max} = 2614$  кэВ – максимальная энергия пиков, использовавшихся при расчёте.

Проверка долговременной нестабильности считается успешной, если вычисленное значение  $D_t$  не превосходит значения долговременной нестабильности по п.1.1.2.1 РЭ.

#### 4.3.6. Проверка относительной погрешности измерения активности

Установить источник ОСГИ  $^{137}\text{Cs}$  на расстоянии 100 мм от детектора.

Провести измерение спектра в течение 1800 с.

Определить значение активности  $A_i$  (в Бк) нуклида  $^{137}\text{Cs}$  в источнике.

Погрешность измерения активности  $D_A$  определить по формуле:

$$D_A = \frac{(A_u - A_0)}{A_0} \quad (5)$$

где  $A_0$  - значение активности источника.

Проверка пределов относительной погрешности измерения активности считается успешной, если измеренное значение  $D_A$  не выходит за пределы относительной погрешности измерения активности, указанной в п.1.1.2.1 РЭ.

Поверка Комплекса считается успешной, если во всех операциях поверки из Таблицы 1 получены положительные результаты.

## **5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

5.1. Результаты государственной первичной (периодической) поверок оформляются выдачей свидетельства установленной формы, которая заполняется в соответствии с приложениями А и Б.

5.2. Результаты поверки оформляют в порядке, установленном ведомственной метрологической службой.

5.3. Комплекс, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики, к выпуску и применению не допускают, и на него выдают извещение о непригодности с указанием причин.



**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**ОБОРОТНАЯ СТОРОНА СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКЕ  
КОМПЛЕКСА СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО СКС-07П**

Результаты исследований

Наименование метрологической характеристики	Действительное значение метрологической характеристики
Энергетическое разрешение	
Диапазон энергий регистрации гамма-излучения	
Интегральная нелинейность градуировочной характеристики	
Долговременная нестабильность	
Погрешность измерения активности	

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**ОБОРОТНАЯ СТОРОНА СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКЕ  
КОМПЛЕКСА СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО СКС-07П**

Результаты исследований

Наименование метрологической характеристики	Действительное значение метрологической характеристики
Энергетическое разрешение	
Диапазон энергий регистрации гамма-излучения	
Интегральная нелинейность	
Погрешность измерения активности	

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель руководителя ГЦИ СИ  
ФГУ «Менделеевский ЦСМ» -  
директор Центрального отделения

С. Байлов

2010 г.



# КОМПЛЕКС СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СКС-07П

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ТРАКТА РЕГИСТРАЦИИ  
РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
АБЛК.412134.400 МП2

Генеральный директор ООО НИПП  
«Стар Инструментс»

Г.Е. Скакун

2010 г.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1. ВНЕШНИЙ ОСМОТР.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2. ОПРОБОВАНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК .....</b>	<b>5</b>
4.3.1. Определение энергетического разрешения.....	5
4.3.2. Определение элементного состава эталонного сплава.....	5
<b>5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>6</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А .....</b>	<b>7</b>
Оборотная сторона свидетельства о первичной поверке комплекса спектрометрического СКС-07П	
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....</b>	<b>7</b>
Оборотная сторона свидетельства о периодической поверке комплекса спектрометрического СКС-07П	

Настоящая методика распространяется на комплекс спектрометрический СКС-07П с трактом регистрации рентгеновского излучения с использованием термоохлаждаемых детекторов "Amptek", предназначенный для определения элементного состава образцов, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

Межповерочный интервал – один год.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	4.1	Да	Да
2. Опробование	4.2	Да	Да
3. Проверка энергетического разрешения по пику 6,4 кэВ ( $Fe^{55}$ )	4.3.1	Да	Да
4. Проверка рабочего диапазона энергий	4.3.2	Да	Да
5. Проверка интегральной нелинейности	4.3.3	Да	Да
6. Проверка долговременной нестабильности	4.3.4	Да	Нет
7. Проверка диапазона измерения активности	4.3.5	Да	Нет
8. Проверка погрешности измерения активности	4.3.5	Да	Да

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства:

- источники гамма- и рентгеновского излучения типа ОСГИ-3, ОСГИ-Р, ИМН-Г-1 Am-241, Fe-55, Cd-109 с погрешностью 10 %.

## 3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия: температура окружающей среды должна находиться в пределах 15-35 °С; изменение температуры окружающей среды не должно превышать  $\pm 2$  °С от среднего значения в процессе измерений; относительная влажность не более 80 %; атмосферное давление от 86 до 106 кПа; изменение номинального значения напряжения питания не должно превышать  $\pm 2$  %.

Частота следования статистически распределенных входных импульсов спектрометрического тракта (загрузка) при определении метрологических параметров не должна превышать 600 имп/с, если иное не оговорено в соответствующем пункте методики.

3.2. Подготовку комплекса к поверке, работу с ним, а также с используемыми при поверке образцовыми средствами измерения проводить в соответствии с указаниями,

изложенными в паспорте комплекса АБЛК.412138.400 ПС, а также в документах: "Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)", "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)" и инструкциями по работе на установках высокого напряжения.

## 4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 4.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить соответствие комплекса следующим требованиям:

- соединительные кабели не должны иметь видимых повреждений;
- комплектность комплекса должна соответствовать паспорту.

### 4.2. Опробование

Включите прибор в сеть. В соответствии с пунктом 4.2. "Руководства пользователя" запустите программу "Эмулятор". В соответствии с пунктом 4.8 "Руководства пользователя" проверьте параметры настройки спектрометрического тракта. Установите время измерения 300 с по "живому" времени.

Открыв крышку вакуумной камеры, положите источники Fe-55 и Cd-109 на позицию измерения. Закройте крышку.

Установив вторичный излучатель Cs, нажмите кнопку "Старт".

Изменяя ток трубки, добейтесь загрузки около 600 имп/с. После изменения параметров нажмите кнопку "Рестарт".

После завершения измерения спектра проверьте правильность калибровки – энергия, соответствующая самому правому пику (Cd-109), должна быть равна  $88,03 \pm 0,05$  кэВ, энергия соответствующая самому левому пику –  $5,9 \pm 0,05$  кэВ. Если калибровка не соответствует указанной, ее нужно провести повторно (см. 4.12 "Руководства пользователя").

Опробование тракта проводить по истечении времени установления рабочего режима (5 мин после запуска программы "Эмулятор").

### 4.3. Определение метрологических характеристик

#### 4.3.1. Определение энергетического разрешения по пику 5,9 кэВ (Fe).

Открыть крышку вакуумной камеры, положить источник Fe-55 на позиции измерения. Закройте крышку.

Провести набор спектра в течение 900 с.

После завершения измерения спектра, отметить маркерами границы пика 5,9 кэВ, нажать вкладку "Пик" и определить разрешение пика в кэВ.

Поверка энергетического разрешения считается успешной, если энергетическое разрешение не превосходит значения энергетического разрешения по п.1.1.2.1 РЭ.

4.3.2. Проверка рабочего диапазона энергий проводить в следующей последовательности:

Установить источники Fe-55 и Cd-109 на позицию измерений.

Провести набор спектра в течение 1800 с.

В спектре должны присутствовать пики 5,9 кэВ Fe-55 и 88,03 кэВ Cd-109.

Определить номера каналов анализатора спектров, соответствующие энергиям 1 кэВ ( $N_{low}$ ) и 100 кэВ ( $N_{high}$ ).

Проверка рабочего диапазона энергий считается успешной, если в спектре присутствуют пики 5,9 кэВ Fe-55 и 88,03 кэВ Cd-109, и в каналах  $N_{low}$  и  $N_{high}$  счет не равен нулю.

4.3.3. Проверку интегральной нелинейности проводить в следующей последовательности:

Установить источники Fe-55, Am-241 и Cd-109 на позицию измерений.

Провести набор спектра в течение 600 с.

Провести линейную градуировку спектра по энергиям пиков  $E_{itbl}$  5,9 кэВ Fe-55, 13,9, 59,5 кэВ Am-241 и 88,03 кэВ Cd-109.

Для указанных пиков находят отклонения

$$\delta_i = |E_{iизм} - E_{iтабл}|, \quad (1)$$

где  $E_{iизм}$  – измеренное значение энергии  $i$ -го пика.

Среди всех  $\delta_i$  находят максимальной отклонение  $\delta_{max}$ .

Определяют величину интегральной нелинейности ИНЛ в процентах, по формуле:

$$ИНЛ = \delta_{max} / (E_{max} - E_{min}) * 100 \quad (2)$$

где  $E_{max} = 88,03$  кэВ и  $E_{min} = 5,9$  кэВ.

Проверка интегральной нелинейности считаются успешными, если значение ИНЛ не превосходит значения интегральной нелинейности по п.1.1.2.1 РЭ.

4.3.4. Проверку долговременной нестабильности проводить в следующей последовательности:

Установить источники Fe-55, Am-241 и Cd-109 на позицию измерений.

Провести набор спектра в течение 600 с.

Определить положения  $N_{ij}$  в каналах  $i$ -го пика 5,9 кэВ Fe-55, 13,9, 59,5 кэВ Am-241 и 88,03 кэВ Cd-109 в первом измерении ( $j=1$ ).

Провести с интервалом 60 мин ещё семь измерений по 600 с и определить для каждого измерения положение пиков  $N_{ij}$  в каналах.

Определить для каждого пика среднее по  $j=8$  измерениям значение положения в каналах  $N_{iср}$  по формуле:

$$N_{icc} = \frac{\sum N_{ij}}{8} \quad (3)$$

Для каждого  $i$ -го пика вычислить среднеквадратическое отклонение по формуле:

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^8 (N_{ij} - N_{ind})^2}{8 \cdot 7}} \quad (4)$$

Из полученных значений  $S_i$  для центроид выбрать максимальное  $S_{max}$  и рассчитать временную нестабильность  $D_t$  в процентах по формуле:

$$D_t = \frac{S_{max} \cdot B}{E_{max}} \times 100 \quad (5)$$

где:  $B$  - энергетическая ширина канала, кэВ;

$E_{max}$  – максимальная энергия пиков, использовавшихся при расчёте.

Проверка долговременной нестабильности считается успешной, если вычисленное значение  $D_t$  не превосходит значения долговременной нестабильности по п.1.1.2.1РЭ.

#### 4.3.5. Проверка диапазона измерения активности

4.3.5.1. Установить в измерительное устройство источник Am-241 активностью 100 Бк. Провести измерение активности в течение 1800 с и получить измеренное комплексом значение активности  $A_{low}$  и погрешности измерения активности  $dA_{low}$ .

4.3.5.2. Установить в измерительное устройство источник Am-241 активностью 1000000 Бк. Провести измерение активности в течение 900 с и получить измеренное комплексом значение активности  $A_{high}$  и погрешности измерения активности  $dA_{high}$ .

4.3.5.3. Установить в измерительное устройство источник Am-241 активностью 10000 Бк. Провести измерение активности в течение 900 с и получить измеренное комплексом значение активности  $A_{high}$  и погрешности измерения активности  $dA_{high}$ .

4.3.5.4. Проверка диапазона измерения активности считается успешной, если измеренные значения активностей  $A_{low}$ ,  $A_{high}$  отличаются от аттестованных значений активности на величину не более  $dA_{low}$  и  $dA_{high}$ , соответственно,  $dA_{low}$  и  $dA_{high}$  не превышают значения пределов погрешности измерения активности по п.1.1.2.1 РЭ.

4.3.6. Проверку погрешности измерения активности проводить в следующей последовательности:



4.3.6.1 Установить в измерительное устройство источник Am-241 активностью 10000 Бк. Провести измерение активности в течение 900 с и получить измеренное значение активности  $A_{\text{mid}}$  и погрешности измерения активности  $dA_{\text{mid}}$ .

4.3.6.2 Проверка пределов погрешности измерения активности считается успешной, если измеренное значение активности  $A_{\text{mid}}$  отличается от аттестованного значения активности на величину не более  $dA_{\text{mid}}$  и при этом  $dA_{\text{mid}}$  не превышает значения пределов погрешности измерения активности по п.1.1.2.1 РЭ

## 5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Результаты первичной (периодической) поверки оформляются в соответствии с установленными правилами.

5.2. Комплекс, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики, к выпуску и применению не допускают, и на него выдают извещение о непригодности с указанием причин.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ОБОРОТНАЯ СТОРОНА СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКЕ тракта спектрометрического СКС-07П

Метрологические характеристики

Наименование метрологической характеристики	Значение метрологической характеристики
Энергетическое разрешение по линии 5,9 кэВ	
Рабочий диапазон энергий	
Интегральная нелинейность	
Временная нестабильность	
Диапазон измерения активности	
Пределы погрешности измерения активности	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ОБОРОТНАЯ СТОРОНА СВИДЕТЕЛЬСТВА О ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКЕ тракта спектрометрического СКС-07П

Метрологические характеристики

Наименование метрологической характеристики	Значение метрологической характеристики
Энергетическое разрешение по линии 5,9 кэВ	
Рабочий диапазон энергий	
Интегральная нелинейность	
Временная нестабильность	
Пределы погрешности измерения активности	

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель руководителя ГЦИ СИ  
ФГУ «Менделеевский ЦСМ» -  
директор Центрального отделения

\_\_\_\_\_ Р. Вайлов

" \_\_\_\_\_ 2010 г.



# **КОМПЛЕКС СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СКС-07П-Б**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ ТРАКТА РЕГИСТРАЦИИ  
БЕТА- ИЗЛУЧЕНИЯ СО  
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫМИ ДЕТЕКТОРАМИ  
АБЛК.412134.400 МП1**

Генеральный директор ООО НИИП

«Грин Стар Инструментс»

\_\_\_\_\_ Г.Е. Скакун

*Скакун* 2010 г.



2010 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ .....	5
4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ .....	5
5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....	6
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	9

Настоящая методика поверки распространяется на спектрометрические комплексы СКС-07П-Б с трактом регистрации бета-излучения на базе сцинтилляционных детекторов, предназначенными для регистрации бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах.

Настоящая методика устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал – один год.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в Таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2. Опробование	5.2	Да	Да
3. Определение энергетического разрешения и энергетического диапазона регистрации.	5.3.1	Да	Да
4. Определение эффективности регистрации.	5.3.2	Да	Нет
5. Определение долговременной нестабильности градуировочной характеристики	5.3.3	Да	Нет
6. Определение погрешности измерения активности	5.3.4	Да	Да

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2 и 3. Допускается использование аналогичных средств измерений, метрологические параметры и характеристики которых не уступают, указанным в таблицах. Номенклатура применяемых радионуклидов может быть расширена по согласованию с требованиями методики выполнения измерений (МВИ).

Т а б л и ц а 2 — Средства поверки

Наименование средства поверки и вспомогательного оборудования	Технические характеристики
1. Дозиметр ДКС-1119	Диапазон (0,05-100) мкЗв/ч. Погрешность измерения $\pm 20\%$ .
2. Термометр лабораторный	Диапазон (-30 - +40) °С. Цена деления 1°С.
3. Барометр БАММ-1	Диапазон (80-106) кПа Погрешность измерения $\pm 3\%$ .
4. Психрометр аспирационный М-34	Диапазон относительной влажности воздуха (10-100) % Погрешность измерения $\pm 5\%$ .

Т а б л и ц а 3 — Образцовые средства измерений (эталоны)

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование образцовых средств измерений, основные метрологические характеристики
1. Внешний осмотр	5.1	—
2. Опробование	5.2	Источник $^{137}\text{Cs}$ из комплекта образцовых спектрометрических гамма- источников ОСГИ-Р, ОСГИ-3, ИМН-Г-1
3. Определение энергетического разрешения и энергетического диапазона регистрации	5.3.1	Источник $^{137}\text{Cs}$ комплекта ОСГИ-Р, ОСГИ-3, ИМН-Г-1. Комплект источников типа ЗСО - рабочие эталоны 2 разряда, аттестованные по ГОСТ 8.326-89 или утвержденного типа
4. Определение эффективности регистрации	5.3.2	Комплект источников типа ЗСО - рабочие эталоны 2 разряда, аттестованные по ГОСТ 8.326-89 или утвержденного типа
5. Определение долговременной нестабильности градуировочной характеристики	5.3.3	Источник $^{137}\text{Cs}$ из комплекта образцовых спектрометрических гамма- источников ОСГИ-Р, ОСГИ-3, ИМН-Г-1
6. Определение погрешности измерения активности	5.3.4	Источник $^{137}\text{Cs}$ комплекта ОСГИ-Р, ОСГИ-3, ИМН-Г-1. Комплект источников типа ЗСО - рабочие эталоны 2 разряда, аттестованные по ГОСТ 8.326-89 или утвержденного типа 477-83, специальные источники,

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование образцовых средств измерений, основные метрологические характеристики
		аттестованные в установленном порядке. Погрешность аттестации по активности не более 5 %

\* Эффективность регистрации может выполняться по одному из нуклидов, в зависимости от решаемой задачи.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1. К выполнению измерений допускаются специалисты с квалификацией инженера-физика.

3.2. Наряду с инструктажем по работе с радиометрической и спектрометрической аппаратурой, действующими правилами работы на электроустановках и правилами работы на ПК специалисты должны пройти обязательное обучение практическому применению настоящей методики.

3.3. Перед включением спектрометра в сеть необходимо убедиться в наличии заземления.

3.4. Включение высокого напряжения производить лишь при подключенном высоковольтном кабеле.

3.5. Ремонт и замену функциональных блоков производить только после отключения этих блоков от сети питания.

3.6. Работа с радиоактивными источниками должна производиться в соответствии с требованиями НРБ-99, ОСПОРБ-99 и инструкциями по работе с источниками на предприятии.

3.7. При подготовке к работе функциональных блоков и в процессе их эксплуатации необходимо также выполнять указания мер безопасности, изложенные в документации на эти блоки.

### 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия: температура окружающей среды должна находиться в пределах 15-35 °С; изменение температуры окружающей среды не должно превышать  $\pm 2$  °С от среднего значения в процессе измерений; относительная влажность не более 80 %; атмосферное давление от 86 до 106 кПа; изменение номинального значения напряжения питания не должно превышать  $\pm 2$  % с частотой переменного тока (50 $\pm$ 1) Гц, внешний фон не должен превышать 0,20 мкЗв/час.

Частота следования статистически распределенных входных импульсов спектрометрического комплекса от источников излучения при определении метрологических параметров не должна превышать  $10^3$  имп/с, если иное не оговорено в соответствующем пункте методики.

4.2. Подготовку спектрометрического комплекса к поверке, работу с ним, а также с используемыми при поверке образцовыми средствами измерения проводить в соответствии с указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации комплекса АБЛК.412134.400 РЭ.

4.3. При проведении подготовки спектрометрического комплекса должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка комплектности спектрометра, документации на него, на блоки и устройства, входящие в его состав;
- проверка комплектности средств поверки и действующих свидетельств на них;
- при проведении периодической поверки – проверка наличия свидетельства о первичной поверке.

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить соответствие спектрометрического комплекса следующим требованиям:

- крепление шин заземления и сетевых вилок должно быть надежно;
- соединительные кабели не должны иметь видимых повреждений;
- комплектность комплекса должна соответствовать паспорту.

### 5.2. Опробование

Запустить программу работы с комплексом эмулятор-анализатора Esbs. В дистансерное устройство блока детектирования установить источник  $^{137}\text{Cs}$  из комплекта ОСГИ. В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу произвести настройку спектрометра.

Опробование комплекса проводить после истечения времени установления рабочего режима (30 мин) после подачи рабочего напряжения на блок детектирования.



В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу произвести набор спектра. Проверить, что пик амплитудного спектра конверсионных электронов 624,2 кэВ регистрировался примерно в 1/4 - 1/3 шкалы спектрометра.

### 5.3. Определение метрологических параметров

5.3.1. Определение энергетического разрешения и энергетического диапазона регистрации бета-излучения.

В дистансерное устройство установить источник  $^{137}\text{Cs}$  из набора ОСГИ.

В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу произвести следующие действия:

Запустить набор на время, необходимое для набора в пике не менее 10000 отсчетов.

Произвести линейную калибровку по пику конверсионных электронов 624,2 кэВ. Определить значение относительного энергетического разрешения [%] и занести его в свидетельство.

В дистансерное устройство установить источник  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  из набора ЗСО. Запустить набор спектра. Убедиться, что происходит регистрация "хвоста" спектра Иттрий-90 с граничной энергией 2280 кэВ в диапазоне 0,85-0,9 от полной шкалы спектрометра.

Выйти из программы.

5.3.2. Определение эффективности регистрации.

Определение эффективности регистрации необходимо производить для тех радионуклидов из комплектов ЗСО, ЗК-0, ЗТЧ, 10УГ или специальных источников, аттестованных в установленном порядке, которые необходимо контролировать по аттестованной МВИ.

В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу для каждого радионуклида произвести следующие действия:

- Произвести набор и запись спектра фона с экспозицией превышающей в 2-3 раза время набора радионуклида (3 – 6 часов).
- В дистансерное устройство установить один источник из комплекта ЗСО. Произвести набор и запись спектра с экспозицией равной времени, необходимого для набора в спектре не менее 10000 отсчетов (ориентировочно 0,5 – 2 часа). Удалить источник.

- По окончании измерений, программа автоматически проводит расчет значения скорости счета измеренного спектра  $i$ -го образцового источника по формуле:

$$I_i = \frac{N_i}{\Delta t}, \quad (5.1)$$

где  $N_i$  - количество импульсов от  $i$ -го образцового источника, имп.;

$\Delta t$  - продолжительность наблюдения, с.

- Расчет значения скорости счета измеренного фонового спектра производится программой по формуле:

$$I_f = \frac{N_f}{\Delta t}, \quad (5.2)$$

- где  $N_f$  - количество фоновых импульсов, имп.
- Эффективность регистрации рассчитывается программой для  $i$ -го рабочего эталона по следующей формуле:

$$\varepsilon_i = \frac{I_i - I_f}{A_{оии}}, \quad (5.3)$$

$A_{оии}$  - активность  $i$ -го образцового радионуклида, Бк.

Занести значение эффективности регистрации в свидетельство.

### 5.3.3. Определение долговременной нестабильности градуировочной характеристики преобразования

В дистансерное устройство установить источник  $^{137}\text{Cs}$  из набора ОСГИ.

В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу провести регистрацию спектра. Время измерения устанавливать из условия, чтобы число отсчетов в пике конверсионных электронов достигало не менее 1000 импульсов.

Не отключая спектрометр провести не менее 10 измерений в течение 24 часов работы комплекса, записывая положение центра пика конверсионных электронов 624,2 кэВ.

Рассчитать среднее положение пика по формуле 5.4:

$$\bar{n} = \frac{\sum n_i}{m}, \quad (5.4)$$

где  $m$  - число измерений.

Долговременную нестабильность характеристики преобразования вычислить по формуле 5.5:

$$D_t = \frac{|n_i - \bar{n}|_{\max}}{\bar{n}} \cdot 100\% \quad (5.5)$$

Занести значение долговременной

нестабильности в свидетельство.

#### 5.3.4. Определение погрешности измерения активности

Определение погрешности измерения активности необходимо производить для тех радионуклидов, для которых определена эффективность регистрации.

В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу необходимо произвести следующие действия:

- В дистансерное устройство установить  $i$ -й образцовый источник, для которого определена эффективность регистрации. Произвести набор и запись спектра.
- Удалить образцовый источник.
- По окончании измерений, программа автоматически проводит расчет значения активности  $i$ -го образцового источника по формуле:

$$A_i = \frac{I_i - I_f}{\varepsilon_i}, \quad (5.7)$$

где  $I_i$  - скорость счета  $i$ -ого образцового источника, имп/с (см. 5.1);

$I_f$  - скорость счета фона, имп/с (см. 5.2);

$\varepsilon_i$  - эффективность регистрации  $i$ -го образцового источника (см. 5.3).

Погрешность измерения активности определяется по формуле (5.8):

$$\delta_{A_i} = \frac{|A_i - A_{zi}|}{A_{zi}}, \quad (5.8)$$

где  $A_{zi}$ , - значение активности образцового источника (см. таблицу 3);

$A_i$  - измеренное значение активности (см. 5.7).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если  $\delta_{A_i}$  не превышает 10 %.

Результаты указываются в свидетельстве.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1. Результаты первичной (периодической) поверок оформляются выдачей свидетельства установленной формы.

6.2. Комплекс, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики, к выпуску и применению не допускают, и на него выдают извещение о непригодности с указанием причин.

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель руководителя ГЦИ СИ  
ФГУ «Менделеевский ЦСМ» -  
директор Центрального отделения



Рубайлов

2010 г.

# КОМПЛЕКС СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ СКС-07П-Б10(Б11)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ КОМПЛЕКСА  
РЕГИСТРАЦИИ  
БЕТА- ИЗЛУЧЕНИЯ С  
ЖИДКОСЦИНТИЛЛЯЦИОННЫМИ  
ДЕТЕКТОРАМИ  
АБЛК.412134.400 МП5

Генеральный директор ООО НИИП

«Фон Стар Инструментс»



Г.Е. Скакун

*Г.Е. Скакун* 2010 г.

2010 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	5
4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ.....	5
5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	7
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	10

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1. Выполнение измерений на комплексе проводится в соответствии с документом «Комплекс СКС-07П. Руководство по эксплуатации. АБЛК.412134.400 РЭ».

3.2 Поверка проводится аттестованными поверителями.

### 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия: температура окружающей среды должна находиться в пределах 15-35 °С; изменение температуры окружающей среды не должно превышать  $\pm 2$  °С от среднего значения в процессе измерений; относительная влажность не более 80 %; атмосферное давление от 86 до 106 кПа; изменение номинального значения напряжения питания не должно превышать  $\pm 2$  % с частотой переменного тока (50 $\pm$ 1) Гц, внешний фон не должен превышать 0.20 мкЗв/час.

Частота следования статистически распределенных входных импульсов спектрометрического комплекса от источников излучения при определении метрологических параметров не должна превышать 10<sup>3</sup> имп/с, если иное не оговорено в соответствующем пункте методики.

4.3. При проведении подготовки спектрометрического комплекса должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка комплектности спектрометра, документации на него, на блоки и устройства, входящие в его состав;
- проверка комплектности средств поверки и действующих свидетельств на них;
- при проведении периодической поверки – проверка наличия свидетельства о предыдущей поверке.

4.4. Для проведения поверки подготавливаются счётные образцы.

- калибровочный образец Cs-137 активностью около 500 Бк с погрешностью не более 7 %,
- контрольный образец Sr-90+Y-90 активностью 100 - 500 Бк,
- контрольный образец H-3 активностью 100 – 500 Бк.
- счётный фоновый образец.

4.5 Для приготовления калибровочного образца Cs-137 используется радиоактивный раствор Cs-137. Активность радиоактивного раствора определяется методом компарирования с точностью 7 % следующим образом:

4.5.1 Рассчитать объем раствора Cs-137  $V_1$  с удельной активностью  $A_1$  кБк/см<sup>3</sup> (в соответствии с информацией из паспорта), необходимое для получения счетного образца с активностью 5000 Бк.

4.5.2 Приготовить точечный образец Cs-137, используя объем раствора  $V_1$ .

4.5.3 На сцинтилляционном гамма-спектрометре методом замещения по ГОСТ 26307-84 с применением источника Cs-137 типа ОСГИ - рабочим эталоном 2 разряда определить активность точечного образца  $A_{obr}$  (точность 5,5 %).

4.5.4 Определить активность радиоактивного раствора (точность 7%) по формуле:

$$A_m = \frac{A_{obr}}{V_1} \quad (1)$$

4.6 Счётные образцы приготавливаются в следующей последовательности:

4.6.1 При приготовлении калибровочного образца используется радиоактивный раствор Cs-137 с измеренным с точностью 7% значением объёмной активности методом п.4.5. При приготовлении контрольных образцов используется радиоактивный раствор соответствующего нуклида с паспортным значением активности, скорректированным на дату приготовления.

4.6.2 Для приготовления образцов:

- Налить в стандартный флакон 2/3 жидкого сцинтиллятора (ёмкость стандартного флакона 20 мл) и произвести взвешивание флакона с точностью до 0,1 мг.
- Рассчитать объем раствора  $V_1$  с удельной активностью  $A_1$  кБк/см<sup>3</sup>, необходимое для получения счетного образца с заданной в п.4.4 активностью.
- Выбрать дозатор с соответствующим  $V_1$  диапазоном. Отобрать дозатором объем раствора, соответствующий  $V_1$  и капнуть во флакон.
- Произвести повторное взвешивание флакона.
- Долить сцинтиллятор до полного заполнения флакона.
- Введенная в сцинтиллятор эталонная активность рассчитывается по формуле:

$$A_s = A_m \cdot (M_2 - M_1), \quad (2)$$

где:  $A$  – активность, введенная в сцинтиллятор, Бк;

$A_m$  – удельная активность раствора, Бк/г (активность растворов по п.4.6.1);

$M_2$  и  $M_1$  – массы стандартного флакона соответственно после и до добавления радиоактивного раствора, г.

Для приготовления счетного образца для измерения фона в измерительную емкость помещенную на весы накапывается дистиллированная вода в количестве, равном ( $M_2 - M_1$ ), после чего в нее доливается сцинтиллятор.

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить соответствие спектрометрического комплекса следующим требованиям:

- крепление шин заземления и сетевых вилок должно быть надежно;
- соединительные кабели не должны иметь видимых повреждений;
- комплектность комплекса должна соответствовать паспорту.

### 5.2. Опробование

Запустить программу работы с комплексом эмулятор-анализатора Esbs. В измерительную кювету устройства детектирования УДБТ-002(003) установить калибровочный образец Cs-137.

В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу произвести настройку спектрометра.

Опробование комплекса проводить после истечения времени установления рабочего режима (30 мин) после подачи рабочего напряжения на устройство детектирования.

В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу произвести набор спектра. Проверить, что пик амплитудного спектра конверсионных электронов 624,2 кэВ регистрировался примерно в 1/4 - 1/3 шкалы спектрометра.

### 5.3. Определение метрологических параметров

#### 5.3.1. Определение энергетического разрешения.

В измерительную кювету устройства детектирования УДБТ-002(003) установить калибровочный образец Cs-137.

В соответствии с руководством по эксплуатации на комплекс и программу произвести следующие действия:

Провести набор спектра в течение 900 с.

Определить значение относительного энергетического разрешения [%].

Проверка энергетического разрешения Комплекса считается успешной, если значение энергетического разрешения не превосходит 18 %.

#### 5.3.2. Определение рабочего диапазона энергий

Установить в измерительную кювету контрольный образец Н-3.



Провести набор спектра в течение 600 сек. Определить номер канала  $N_h$  граничной энергии бета-излучения  $H-3$  с энергией 18,6 кэВ ( см рис.1 в логарифмическом масштабе). Провести энергетическую градуировку по найденному значению граничной энергии. Определить канал  $N_{low}$ , соответствующий нижнему значению энергии рабочего диапазона 5 кэВ. Если в канале  $N_{low}$  счёт не равен 0 и этот канал не попадает в область шумов, считается что проверка нижнего значения рабочего диапазона энергий прошла успешно.

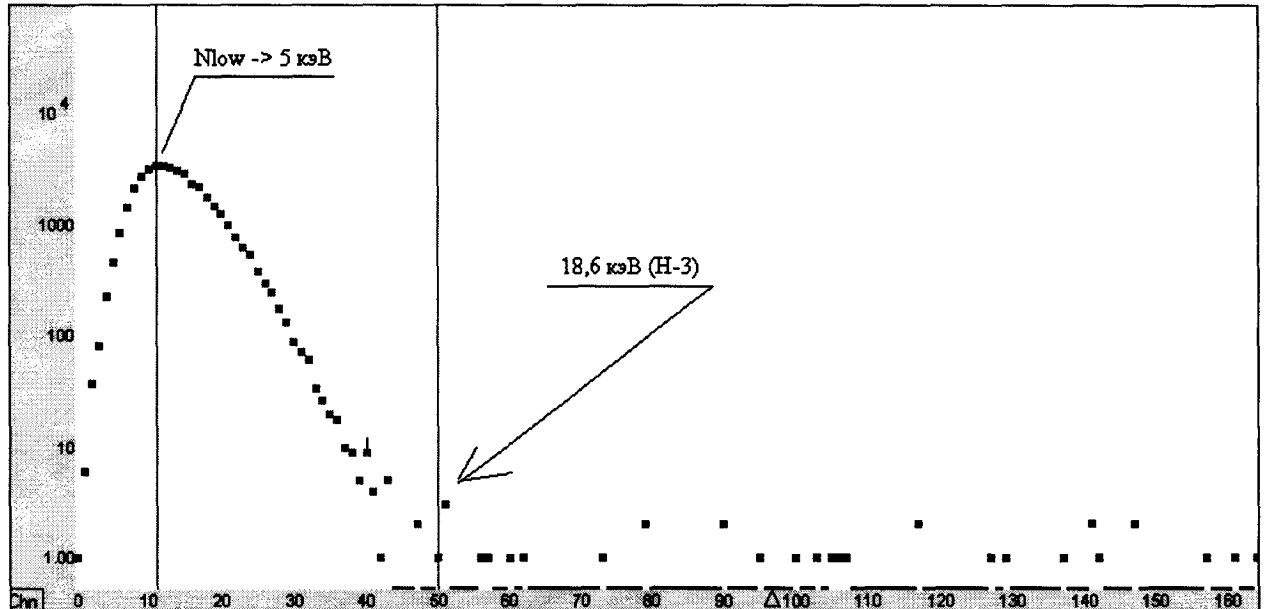


Рисунок 1 — Граничная энергия H-3

В измерительную кювету устройства детектирования УДБТ-002(003) установить контрольный образец Sr-90+Y90.

Провести набор спектра в течение 600 с.

Определить номер канала  $N_u$  граничной энергии бета-излучения  $Y-90$  с энергией 2284 кэВ (рис.2).

Провести энергетическую градуировку Комплекса по найденному значению канала ( $N_u$ , 2284 кэВ). Определить счёт в энергетическом окне 3450 – 3550 кэВ. Проверка верхнего значения рабочего диапазона энергий 3500 кэВ считается успешной, если в выделенном энергетическом окне счёт не равен 0.

Проверка рабочего диапазона энергий считается успешной, если были успешными проверки нижнего и верхнего значений рабочего диапазона энергий.

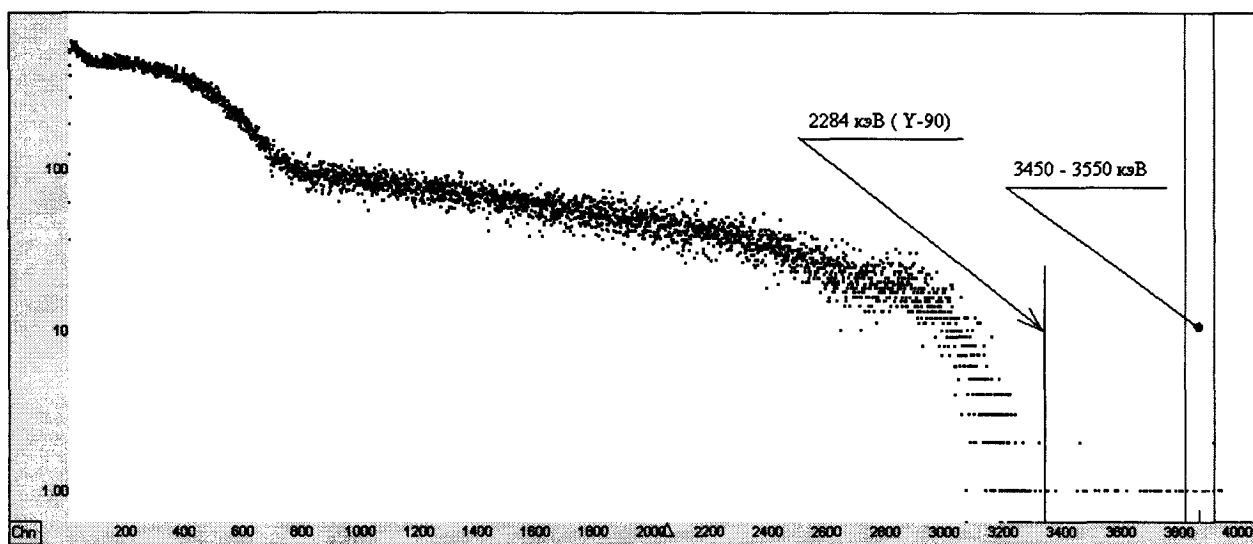


Рисунок 2 — Граничная энергия Y-90

### 5.3.3. Определение долговременной нестабильности градуировочной характеристики преобразования

Установить в измерительное устройство калибровочный образец Cs-137.

Провести в течение 600 с набор спектра. Определить положение  $n_i$  центра пика конверсионных электронов 624 кэВ/

Не отключая спектрометр провести ещё 7 измерений с интервалом в 60 мин., записывая положение центра пика конверсионных электронов 624,2 кэВ.

Рассчитать среднее положение пика по формуле:

$$\bar{n} = \frac{\sum n_i}{m} \quad (3)$$

где  $m$  – число измерений.

Долговременную нестабильность характеристики преобразования вычислить по формуле:

$$D_t = \frac{|n_i - \bar{n}|_{\max}}{\bar{n}} \cdot 100\% \quad (4)$$

Проверка Комплекса считается успешной, если значение  $D_t$  не превосходит 1%.

#### 5.3.4. Определение погрешности измерения активности

- Установить в измерительной устройстве калибровочный образец Cs-137 с активностью  $A_m$ .
- Повести набор спектра в течение 1800 с.
- Получить измеренное значение активности образца  $A_{izm}$ .

Погрешность измерения активности определяется по формуле :

$$\delta_A = \frac{|A_{izm} - A_m|}{A_m}, \quad (5)$$

Проверка погрешности измерения активности считаются успешными, если  $\delta_A$  не превышает значения 10 %.

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1. Результаты первичной (периодической) поверок оформляются выдачей свидетельства установленной формы.

6.2. Комплекс, не удовлетворяющий требованиям настоящей методики, к выпуску и применению не допускают, и на него выдают извещение о непригодности с указанием причин.