

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИИ СИ,
и.о. генерального директора ФГУП
«ВНИИФРИ»



Балаханов
2010 г.

УСТРОЙСТВА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ

УДЖГ-101

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ВШКФ.414752.004 МП

1 Методика поверки

1.1 Общие сведения

1.1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства детектирования УДЖГ-101 и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.1.2 Первичной поверке подлежат УД при выпуске из производства и после ремонта, вызванного ухудшением метрологических характеристик.

1.1.3 Периодической поверке подлежат УД, находящиеся в эксплуатации.

1.1.4 Интервал между поверками – 1 год.

1.2 Операции поверки

1.2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки.

№	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Операции, выполняемые при поверке:	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	1.6.1	+	+
2	Опробование	1.6.2	+	+
3	Проверка диапазона регистрируемых энергий гамма-излучения и интегральной нелинейности	1.6.3	+	-
4	Определение относительного энергетического разрешения в пике полного поглощения гамма-излучения Cs-137	1.6.4	+	+
5	Проверка эффективности регистрации гамма-излучения радионуклида Cs-137 (662 кэВ) точечного источника ОСГИ-3, размещаемого на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности детектора	1.6.5	+	+
6	Проверка погрешности эффективности регистрации гамма-излучения радионуклида Cs-137 (662 кэВ) точечного источника ОСГИ-3, размещаемого на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности детектора	1.6.5	-	+

1.3 Средства поверки

1.3.1 При поверке следует применять средства поверки и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Средства поверки и дополнительное оборудование.

Наименование	Метрологические характеристики
Набор образцовых спектрометрических радиоактивных источников 2-го разряда ОСГИ-3	Активность ($10^3 \div 10^5$) Бк, погрешность ± 3 %
Измеритель температуры и относительной влажности ИТВ1522D	Диапазон измеряемых температур от минус 50 до $+125$ °С 0,25-го класса точности; диапазон измерения влажности от 0 до 100% 3-го класса точности
Барометр типа БАММ-1	Диапазон измерения от 80 до 106 кПа, погрешность измерения не более ± 5 %
Психрометр аспирационный М-34	Диапазон измерения относительной влажности от 10% до 100 %, погрешность измерения влажности ± 5 % при доверительной вероятности 0,95
Дозиметр гамма-излучения ДКС-96Г	Диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы от 0,1 мкЗв/ч до 1 Зв/ч

Примечания:

1. Эталонные средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены в органах государственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

2. При поверке допускается использование других эталонных средств измерений, метрологические характеристики которых не хуже приведенных в табл. 2.

1.4 Требования безопасности

1.4.1 При проведении поверки УД должны соблюдаться «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99/2009) и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010)

1.4.2 При поверке УД должны соблюдаться:

- общие требования безопасности работы с электрическими установками в соответствии с «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»
- частные требования безопасности, изложенные в руководстве по эксплуатации УД.

- указания мер безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки.

1.4.3 Все подключения устройств проводить только при отключенном электропитании.

1.5 Условия поверки

1.5.1 Поверку УД необходимо проводить при внешнем фоне гамма-излучения, не превышающем 0,25 мкГр/ч, в нормальных климатических условиях:

- температура окружающего воздуха, °С $+20 \pm 5$
- относительная влажность воздуха, % 60 ± 20
- атмосферное давление, кПа $101,3 \pm 4$

Примечание:

1.5.2 Допускается проведение поверки в условиях, реально существующих в помещении и отличающихся от нормальных, но не выходящих за пределы рабочих условий эксплуатации, установленных на поверяемое устройство и на средства поверки, применяемые при поверке.

1.5.3 Перед проведением поверки УД необходимо изучить настоящую методику поверки и подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

1.6 Проведение поверки

1.6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра УД проверяют:

- наличие руководства по эксплуатации и свидетельства о поверке (при периодической поверке);
- соответствие комплектности УД требованиям раздела 1.4 руководства по эксплуатации ВШКФ.414752.004 РЭ;
- наличие четких надписей и маркировки на устройстве детектирования в соответствии с разделом 1.6.1 ВШКФ.414752.004 РЭ;
- отсутствие загрязнений, механических повреждений в виде сколов царапин вмятин, трещин на наружных поверхностях УД;
- исправность и прочность шнура питания.

1.6.2 Опробование

6.6.2.1 При опробовании УД выполняют операции по п.п. 2.3.3-2.3.4 раздела 2.3 Руководства по эксплуатации ВШКФ.414752.004 РЭ.

1.6.3 Проверка диапазона регистрируемых энергий гамма-излучения и интегральной нелинейности

1.6.3.1 Радиоактивные источники Eu-152, Cs-137, Co-60 из набора ОСГИ-3 поочередно устанавливают в держатель и подбирают расстояние от источников до детектора таким образом, чтобы нагрузка измерительного тракта была в пределах от 250 до 1000 имп./с.

1.6.3.2 Для каждого источника проводят набор спектра таким образом, чтобы в пиках полного поглощения с энергиями 122 кэВ (Eu-152), 662 кэВ (Cs-137), 1332 кэВ (Co-60) было зарегистрировано не менее 10000 имп.

1.6.3.3 В набранных спектрах определяют положения центров тяжести пиков полного поглощения (ППП). Для каждого центра тяжести ППП, соответствующего энергии E_i рассчитывают отклонение от прямой линии, описывающей характеристику преобразования (ΔE_i), в кэВ по формуле:

$$\Delta E_i = E_i - E_{\text{ППП}} \quad (1)$$

где E_i - значение прямой линии характеристики преобразования для энергии $E_{\text{ППП}}$, $E_{\text{ППП}}$ – энергия пика полного поглощения. Затем выбирают максимальное значение из полученных разностей (ΔE_i^{max}) и рассчитывают интегральную нелинейность в процентах по формуле:

$$\text{ИНЛ} = \frac{\Delta E_i^{\text{max}}}{E} \cdot 100 \quad (2)$$

где E – значение энергии, соответствующей максимальному значению измеряемого диапазона, кэВ.

1.6.3.4 Значение интегральной нелинейности спектрометра заносится в протокол измерений.

1.6.3.5 Измерение ИНЛ одновременно является проверкой диапазона регистрируемых энергий гамма-излучения.

1.6.4 Определение относительного энергетического разрешения в ППП гамма-излучения Cs-137

1.6.4.1 Результаты измерений по п. 1.6.3 для источника Cs-137 используют для определения относительного энергетического разрешения УД. Относительное

энергетическое разрешение, которое определяется как отношение ширины пика на половине высоты к энергии пика, не должно превосходить 9,5%. Полученное значение заносится в протокол измерений.

1.6.5 Проверка эффективности регистрации гамма-излучения радионуклида Cs-137 (662 кэВ) точечного источника ОСГИ-3, размещаемого на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности детектора. Проверка погрешности эффективности регистрации гамма-излучения радионуклида Cs-137 (662 кэВ) точечного источника ОСГИ-3, размещаемого на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности детектора

1.6.5.1 Проверка эффективности регистрации в ППП для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида Cs-137 точечного источника ОСГИ-3 проводится следующим образом:

- источник закрепляется на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности блока детектирования (БД) на его центральной оси;
- проводится набор спектра. Время набора должно обеспечить число отсчетов N_{Σ} , зарегистрированных в ППП линии 662 кэВ, не менее 10000 (площадь ППП). При измерениях режим экспозиции установить «по живому времени»;
- указанные измерения повторить m -раз (m - не менее шести), причем перед каждым измерением повторно устанавливают источник;
- значение эффективности регистрации в пике полного поглощения для данного значения энергии рассчитывают по формуле:

$$\varepsilon_i = \frac{N_{\Sigma_i} / \tau}{A \cdot \eta \cdot e^{-0,693 \cdot \frac{t}{T_{1/2}}}} \quad (3)$$

где:

A – паспортное значение активности источника (из свидетельства на источник);

$T_{1/2}$ – период полураспада;

t – время, прошедшее со времени аттестации;

τ – время набора спектра ("живое" время);

η – абсолютный выход данной линии.

Среднее значение эффективности регистрации в пике полного поглощения для данной геометрии рассчитывают по формуле:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_{i=1}^m \varepsilon_i}{m} \quad (4)$$

1.6.5.2 Случайную относительную погрешность эффективности регистрации находят следующим образом. Находят среднее квадратическое отклонение от среднего $S_{\bar{\varepsilon}}$ по формуле (в процентах):

$$S_{\bar{\varepsilon}} = \frac{1}{\bar{\varepsilon}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\varepsilon_i - \bar{\varepsilon})^2}{m(m-1)}} \cdot 100 \quad (5)$$

1.6.5.3 Составляющая, обусловленная не исключенными систематическими погрешностями, определяется по формуле:

$$\theta = \sqrt{(\delta_N)^2 + (\delta_A)^2 + (\delta_{T_{1/2}})^2 + (\delta_\eta)^2} \quad (6)$$

где:

δ_N - статистическая погрешность определения площади ППП;

δ_A - погрешность значения активности источника (из паспорта на источник);

$\delta_{T_{1/2}}$ - погрешность определения периода полураспада;

δ_η - погрешность абсолютного выхода данной линии источника (справочное значение).

1.6.5.4 Суммарную погрешность определения эффективности регистрации рассчитывают по формуле:

$$\delta_{\bar{\varepsilon}} = t_g \cdot S_{\bar{\varepsilon}} + \theta \quad (7)$$

где:

t_g - коэффициент Стьюдента для заданной доверительной вероятности при определенном числе измерений ($t_g = 2,45$ для числа измерений $m = 6$ и доверительной вероятности $P=0,95$).

Значения эффективности регистрации гамма-излучения радионуклида Cs-137 (662 кэВ) точечного источника ОСГИ-3, размещаемого на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности детектора, определенные при первичной поверке, должны быть занесены в техническую документацию на УД для последующего контроля при периодической поверке.

1.6.5.5 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если выполняется условие:

при первичной поверке

- значение эффективности регистрации гамма-излучения радионуклида Cs-137 (662 кэВ) точечного источника ОСГИ-3, размещаемого на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности детектора не менее $1,20 \cdot 10^{-3}$;

$$\delta_{\varepsilon} \leq 0,10$$

где δ_{ε} - относительная погрешность эффективности регистрации;

при периодической поверке

$$\delta = \frac{\varepsilon_{\text{действ}} - \varepsilon}{\varepsilon} \leq 0,10 \quad (8)$$

где: δ - относительное изменение значения эффективности регистрации;

$\varepsilon_{\text{действ}}$ - действительное значение эффективности регистрации;

ε - значение эффективности регистрации определенное при первичной поверке. (Значение ε должно быть записано при первичной поверке в техническую документацию на УД для последующего контроля при периодической поверке).

1.7 Оформление результатов поверки

1.7.1 Результаты поверки оформляются выдачей свидетельства установленной формы в соответствии с ПР 2.006-94.

В обязательном приложении к свидетельству о поверке должны быть указаны следующие технические и метрологические характеристики:

- тип и номер блока детектирования;
- интегральная нелинейность шкалы спектрометра в измеряемом диапазоне энергий гамма-квантов;
- относительное энергетическое разрешение для линии гамма-излучения с энергией 662 кэВ (^{137}Cs);
- эффективность регистрации БД в пике полного поглощения (ППП) для энергии гамма-излучения 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs точечного источника ОСГИ-3, размещаемого на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности БД, отн. ед.

1.7.2 Отрицательные результаты поверки оформляются свидетельством о непригодности по форме Приложения 2 ПР 2.006-94, с указанием причин несоответствия.

Нач. лаборатории НИО -4
ФГУП ВНИИФТРИ



Э.Р.Саркисов