

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

06 2015 г.

Устройства детектирования спектрометрические

SARA

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Д.р. 62500-15

2015 г.

1 Общие положения

Поверку Устройств детектирования спектрометрических SARA (далее - спектрометров SARA) проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений. Требования к организации, порядку проведения поверки и форма представления результатов поверки определяются ПР 50.2.006-94.

Первичная поверка производится при выпуске вновь произведенных спектрометров SARA и после их ремонта.

Периодическая поверка производится при эксплуатации спектрометров SARA.

Интервал между поверками составляет один год.

2. Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции поверок

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта методики	Операции, выполняемые при поверке:	
			первичной	периодической
1.	Внешний осмотр	п. 7.1	+	+
2.	Опробование	п.7.2	+	+
3.	Определение энергетического разрешения	п. 7.3	+	+
4.	Определение интегральной нелинейности	п. 7.4	+	+
5.	Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения для точечной геометрии в фиксированной геометрии – источник на расстоянии 100 мм от торца детектора		+	-
6	Определение относительной погрешности измерений активности в фиксированной геометрии точечного источника на расстоянии 100 мм от торцевой стороны корпуса	п. 7.5	-	+
7	Определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения (по линии ^{137}Cs в коллимированном излучении)	П. 7.6	+	+
8	Подтверждение соответствия программного обеспечения	п. 8	+	+

3 Средства поверки

3.2 Средства поверки

3.2.1 При проведении поверки применяются основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2 - 7.5	Источники радионуклидные фотонного излучения метрологического назначения закрытые ИМН-Г (Регистрационный № 44591-10). Активность от 10^3 до 10^5 Бк, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения активности $\pm 3\%$
7.6	Установка поверочная дозиметрическая гамма-излучения УПГД-2М-Д (Рег. № 32425-06), диапазон МАЭД от $5 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ Зв/ч, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 5\%$;
5	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90. Цена деления $0,1\text{ }^\circ\text{C}$, диапазон измерений от минус $50\text{ }^\circ\text{C}$ до $125\text{ }^\circ\text{C}$
5	Барометр-анероид. Диапазон измерений абсолютного давления от 60 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2\text{ кПа}$
5	Психрометр по ГОСТ 112-78. Диапазон измерений относительной влажности от 20 до 90 %, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 5\%$.
5	Дозиметр-радиометр ДКС-96 с БДКС-96б. Мощность амбиентного эквивалента дозы в диапазоне $0,1\text{ мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1}$ ÷ $1\text{ Зв}\cdot\text{ч}^{-1}$. Погрешность не более $\pm (15 + 6/N)\%$, где N – безразмерная величина, численно равная измеренному значению МАЭД в $\text{мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1}$

Примечания:

1. Допускается применение других средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2. Используемые эталонные средства измерений должны иметь действующие поверительные клейма или свидетельства о поверке.

3.2.2 Для размещения источников используется штатный держатель из комплекта поставки спектрометров SARA.

4 Требования по безопасности и квалификации поверителей

4.1 При проведении поверки должны выполняться требования:

- «Норм радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;
- «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)»;
- «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ и ПТБ-84)»;
- Инструкций по радиационной безопасности.

4.2 Поверку могут проводить лица, имеющие квалификацию поверителя, ознакомленные с руководством по эксплуатации спектрометров SARA и допущенные к работам с источниками ионизирующих излучений.

5 Условия поверки

5.1 Допустимо проведение поверки спектрометров SARA IGS810 (IGS811) без демонтажа.

При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С..... от 5 до 40;
- относительная влажность воздуха, % до 90;
- атмосферное давление, кПа..... от 84,0 до 106,7;
- уровень внешнего гамма-фона не более, мкЗв/ч.....0, 25.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед проведением поверки спектрометры SARA подготовить к работе в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации.

6.2 Провести измерения температуры, относительной влажности, давления воздуха и уровня внешнего гамма-фона в месте расположения спектрометров SARA. Результаты измерений занести в рабочий журнал.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие механических повреждений и других видимых дефектов устройств и кабельных линий связи, входящих в состав спектрометров SARA, которые могут повлиять на работоспособность;
- наличие маркировки и пломб;
- наличие руководства по эксплуатации спектрометров SARA;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке).

7.2 Опробование

При опробовании проводится проверка работоспособности спектрометров SARA в соответствии с руководством по эксплуатации. С помощью точечного источника, помещая его на штатном держателе убеждаются, что происходит набор спектра.

7.3 Определение энергетического разрешения спектрометров SARA

Определение энергетического разрешения спектрометров SARA проводится следующим образом:

- на штатном держателе фиксируется источник гамма-излучения на основе нуклида Cs-137;

- проводится процесс измерения (набора спектра);
- после завершения измерения программа автоматически рассчитает ширину пика на половине высоты (далее ШПВ).

Результаты считать положительными, если полученные значения энергетического разрешения не превышают:

- для энергии гамма-излучения 661,6 кэВ не более 5,8 %.

7.4 Определение интегральной нелинейности

Провести измерения с использованием источников гамма-излучения на основе нуклидов Am-241, Ba-133, Cs-137, Co-60 и Bi-207. Для каждого центра тяжести ППП, соответствующего энергии E_i рассчитать отклонение от прямой линии, описывающей характеристику преобразования (ΔE_i), в кэВ по формуле (1):

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

где E_i - значение прямой линии характеристики преобразования для энергии $E_{ППП}$,

$E_{ППП}$ – энергия пика полного поглощения.

Затем выбрать максимальное значение из полученных разностей (ΔE_i^{\max}) и рассчитать интегральную нелинейность в процентах по формуле (2):

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

где E_{\max} – значение энергии, соответствующей пику полного поглощения с наибольшей энергией из числа обрабатываемых пиков, кэВ.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения интегральной нелинейности спектрометра SARA не превышают $\pm 1,0$ %.

7.5 Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения для точечной геометрии в фиксированной геометрии – источник на расстоянии 100 мм от торца детектора, относительной погрешности измерений активности в фиксированной геометрии точечного источника на расстоянии 100 мм от торцевой стороны детектора.

Измерения проводить после полного прогрева оборудования (не менее 15 минут после включения).

Источник на основе нуклида Cs-137 поместить в держатель на расстоянии 100 мм от торцевой стороны корпуса.

При первичной поверке рассчитать эффективность регистрации в пике полного поглощения для точечной геометрии по формуле (3):

$$\varepsilon_i = \frac{S_i}{A_0 \cdot t \cdot \eta_i} \quad (3)$$

где S_i – площадь пика полного поглощения i -ой энергии, имп.;

A_3 – эталонное значение активности источника из свидетельства о поверке с учетом на распад,
Бк;
 η_i – квантовый выход i -ой энергии;
 t – время измерений, с.

Провести измерения источников на основе нуклидов Ва-133 и Со-60.

Значения эффективности регистрации в пике полного поглощения для точечной геометрии занести в эксплуатационную документацию для последующего метрологического обслуживания.

При периодической поверке рассчитать эффективность регистрации в пике полного поглощения для точечной геометрии по формуле (3)

Определить относительную погрешность измерений по формуле (4):

$$\delta = \frac{\varepsilon_i - \varepsilon_3}{\varepsilon_3} \cdot 100 \% \quad (4)$$

где: ε_i – измеренное значение эффективности регистрации в пике полного поглощения для точечной геометрии через 15 мин после включения, отн. ед;

ε_3 – значение эффективности регистрации в пике полного поглощения для точечной геометрии из эксплуатационных документов, отн. ед.

Рассчитать доверительные для нормального распределения результатов измерения при доверительной вероятности 0,95, % по формуле (5):

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\delta^2 + \delta_3^2} \quad (5)$$

где δ_3 – погрешность эталонного средства измерений (из свидетельства о поверке), в %;

$\delta_{j\max}$ – максимальная погрешность измерений по формуле (4).

Результаты испытаний считать положительными, если значения δ находятся в пределах $\pm 7\%$.

7.6 Определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения (по линии ^{137}Cs в коллимированном излучении)

Провести измерение фоновых значений МАЭД, повторить измерения не менее 5 раз.

Рассчитать средние значения фоновой МАЭД соответственно по формуле (6):

$$\bar{H}_f = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 H_{fi} \quad , \quad (6)$$

Установить спектрометр SARA на поверочную радиометрическую установку с источником гамма-излучений ^{137}Cs так, чтобы в месте расположения геометрического центра детектора МАЭД была равна:

для модификаций IGS810, IGW810: от $5 \cdot 10^{-7}$ до $8 \cdot 10^{-5}$ Зв/ч

для модификаций IGS811, IGW811 от $5 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ Зв/ч.

Снять показание МАЭД. Измерения повторить пять раз. Рассчитать среднее значение МАЭД по формуле (7):

$$\bar{H}_j = \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 H_{kj}, \quad (7)$$

Вычислить относительную погрешность измерений δ_j формуле (8):

$$\delta_j = \frac{(\bar{H}_j - \bar{H}_f) - H_{0j}}{H_{0j}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где H_{0j} — действительные значения МАЭД (из свидетельства о поверке поверочной радиометрической установки).

Доверительную границу относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения для нормального распределения результатов измерений при доверительной вероятности 0,95 определить по формуле (9):

$$\delta = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_0^2 + \delta_{j\max}^2} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где δ_0 — погрешность эталонного средства измерений (из свидетельства о поверке), %;

$\delta_{j\max}$ — максимальная погрешность измерений проверяемого спектрометра SARA по формуле (8).

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения находится в пределах $\pm(15+3/\dot{H})$, где \dot{H} — безразмерная величина, численно равная значению МАЭД в мкЗв/ч.

8 Подтверждение программного обеспечения (далее – ПО)

В соответствии с РЭ на спектрометры SARA:

- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО;
- определить цифровой идентификатор ПО (контрольную сумму исполняемого кода).

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SARA Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.2 (и выше)
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	-

9 Оформление результатов поверки

Положительные результаты поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке по форме ПР 50.2.006-94 или отметкой в формуляре. Допускается отметку о первичной поверке выполнять в эксплуатационной документации.

Спектрометры SARA с отрицательными результатами поверки к применению запрещается и выдается извещение о непригодности установленной в ПР 50.2.006-94 формы с указанием причин непригодности.

Старший научный сотрудник
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»



Т.П.. Берлянд