

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Н.И. Ханов

« 21 » апреля 2009 г.

СПЕКТРОМЕТРЫ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЕ INSPECTOR 1000  
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
2104-003-2009 МП

 Сызранский филиал  
Федерального бюджетного учреждения  
"Государственный региональный центр  
стандартизации, метрологии и испытаний  
в Самарской области"  
(Сызранский филиал ФБУ "Самарский ЦСМ")  
446012, г. Сызрань, ул. Новосибирская, 41  
Тел.: (8464) 98-29-60, 98-29-61

Руководитель отдела государственных  
эталонов в области измерения  
ионизирующих излучений

И.А. Харитонов

« 21 » апреля 2009 г.

Настоящая методика распространяется на спектрометры сцинтилляционные InSpector 1000 (далее – спектрометры), предназначенные для измерения энергетического распределения гамма-излучения, мощности амбиентного эквивалента дозы и дозы гамма-излучения, активности гамма-излучающих радионуклидов в пробах и объектах (при наличии соответствующих калибровок и аттестованных методик выполнения измерений) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Первичной поверке подлежат все спектрометры InSpector 1000 при ввозе по импорту, а также после ремонта или замены устройства детектирования.

Периодической поверке спектрометры InSpector 1000 подвергаются в процессе эксплуатации. Межповерочный интервал – два года.

## 1 Операции поверки

Объем и последовательность операций поверки спектрометров InSpector 1000 указаны в табл. 1.

Таблица 1.

| № | Операция поверки   | Вид поверки |               | Номер пункта МП |
|---|--|-------------|---------------|-----------------|
|   |  | Первичная   | Периодическая |                 |
| 1 | Внешний осмотр   | +           | +             | 7.1             |
| 2 | Опробование  | +           | +             | 7.2             |
| 3 | Определение нестабильности энергетической характеристики за время непрерывной работы   | +           | –             | 7.3             |
| 4 | Определение диапазона энергии регистрируемого излучения и предела основной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности)         | +           | –             | 7.4             |
| 5 | Определение энергетического разрешения   | +           | +             | 7.5             |
| 6 | Определение максимальной входной статистической загрузки   | +           | –             | 7.6             |
| 7 | Определение эффективности регистрации в пике полного поглощения гамма-квантов от точечного источника $^{137}\text{Cs}$ в стандартной геометрии измерения | +           | +             | 7.7             |
| 8 | Определение относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения  | +           | +             | 7.8             |

## 2 Средства поверки

При проведении поверки используются следующие средства:

- набор источников фотонного излучения радионуклидных спектрометрических закрытых эталонных ОСГИ-3 ТУ 7018-001-138050760-04 из радионуклидов  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{228}\text{Th}$ ,  $^{241}\text{Am}$  активностью от  $10^4$  до  $10^5$  Бк с погрешностью не более 3 %;
- установки эталонные дозиметрические гамма-излучения по ГОСТ 8.087-2000 с источниками из радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в диапазоне мощностей амбиентного эквивалента дозы от 0,07 мкЗв/ч до 10 мЗв/ч, погрешность не более  $\pm 4\%$ .
- устройство позиционирования для размещения ОСГИ в определенных (фиксированных) положениях относительно детектора;

1000 (в соответствии с поставкой),

- надежность крепления соединительного кабеля,
- отсутствие механических повреждений и дефектов на блоках детектирования и блоке многоканального анализатора спектрометра.

## 7.2 Опробование.

7.2.1 Включают спектрометр. Все дальнейшие операции по набору и обработке спектров проводят согласно документам «Портативный сцинтилляционный гамма-спектрометр InSpector 1000. Руководство по эксплуатации». После установления рабочего режима устанавливают любой источник из набора ОСГИ перед детектором, запускают набор спектра и убеждаются в работоспособности спектрометра по информации на дисплее.

7.3 Определение нестабильности энергетической характеристики за время непрерывной работы.

7.3.1 С помощью устройства позиционирования на блок детектирования устанавливают источники из набора ОСГИ, испускающие гамма-кванты с энергиями, соответствующими началу, середине и концу энергетического диапазона, например,  $^{241}\text{Am}$  (59,5 кэВ),  $^{60}\text{Co}$  (1173,2 или 1332,5 кэВ) и  $^{228}\text{Th}$  (2614,5 кэВ). Расстояние от источников до детектора выбирают таким образом, чтобы интегральная нагрузка спектрометра была не более 5000 имп./с.

Примечание. Загрузку спектрометра можно оценить, переведя прибор в режим «Поиск», по линейному индикатору «Скорость счета гамма» (см. раздел 13.2.2 Руководства по эксплуатации).

7.3.2 Проводят измерение спектра гамма-излучения источников. Время экспозиции устанавливают из условия, чтобы число импульсов в каждом выбранном пике полного поглощения (ППП) было не менее 5000. Спектр сохраняют в памяти InSpector 1000 для последующей обработки (см. раздел 13.4.3 Руководства по эксплуатации).

Примечание. Для возможности контроля числа импульсов в ППП во время набора спектра необходимо в диалоге предустановок МКА выключить анализ off-line (см. раздел 13.4.4.3 Руководства по эксплуатации). Число импульсов в ППП наблюдают в строке данных окна режима «Спектр» в режиме зоны интересов (см. раздел 13.4.2 Руководства по эксплуатации), установив курсор на область соответствующего ППП.

7.3.3 В течение времени непрерывной работы (8 часов), не изменяя настроек спектрометра, через примерно равные промежутки времени проводят не менее 10 измерений по п. 7.3.2.

7.3.4 Подключают спектрометр InSpector 1000 к управляющему компьютеру и спектры, набранные и сохраненные по пп. 7.3.2 и 7.3.3, записывают на жесткий диск управляющего компьютера (см. раздел 14.2.3 Руководства по эксплуатации).

7.3.5 Проводят обработку спектров с помощью программы «Набор и анализ гамма-спектров» спектрометрической системы Genie-2000. В каждом спектре определяют положения (в каналах амплитудного анализатора) центроид пиков полного поглощения  $Z_{1i}$ ,  $Z_{2i}$ , и  $Z_{3i}$ , соответствующие началу, середине и концу энергетического диапазона

7.3.6 Рассчитывают средние значения положения центроид каждого пика по следующим формулам:

$$\bar{Z}_1 = \frac{\sum_{i=1}^m Z_{1i}}{m}; \quad \bar{Z}_2 = \frac{\sum_{i=1}^m Z_{2i}}{m}; \quad \bar{Z}_3 = \frac{\sum_{i=1}^m Z_{3i}}{m}, \quad (1)$$

где  $m$  – число измерений (спектров);

$i$  – номер измерения.

7.3.7 Вычисляют средние квадратические отклонения  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  для каждого пика.

7.4.8 Измерение интегральной нелинейности спектрометрического тракта одновременно является проверкой рабочего диапазона энергий регистрируемого гамма-излучения.

7.4.9 Результат поверки считают положительным, если полученное значение ИНЛ не превышает 0,6 % в рабочем диапазоне энергий регистрируемого гамма-излучения.

#### 7.5 Определение энергетического разрешения.

7.5.1 С помощью устройства позиционирования на блок детектирования устанавливают источник ОСГИ  $^{137}\text{Cs}$ . Расстояние от источника до детектора выбирают таким образом, чтобы интегральная загрузка спектрометра была не более 5000 имп./с (см. примечание к п. 7.3.1).

7.5.2 Проводят измерение спектра гамма-излучения источника. Время экспозиции устанавливают из условия, чтобы число импульсов в пике полного поглощения гамма-квантов с энергией 661,7 кэВ было не менее 10000 (см. примечание к п. 7.3.2).

7.5.3 Разрешение по линии 661,7 кэВ наблюдают на информационной странице «Зоны» окна режима «Спектр» (см. раздел 13.4.2 Руководства по эксплуатации), установив курсор на область соответствующего ППП.

7.5.4 Результат поверки считают положительным, если полученные значения энергетического разрешения не превышают:

- для блоков детектирования IPRON-3, IPROS-3, IPRON-2 и IPROS-2 - 8 %;
- для блоков детектирования IPROL-1 - 4%.

#### 7.6 Определение максимальной входной статистической загрузки.

7.6.1 С помощью устройства позиционирования на блок детектирования устанавливают источник ОСГИ с радионуклидом  $^{88}\text{Y}$  в фиксированном положении относительно детектора, при этом, интегральная загрузка спектрометра должна быть не более 5000 имп./с (см. примечание к п. 7.3.1).

7.6.2 Измеряют первый спектр и определяют  $n_0$  - скорость счета импульсов в пике полного поглощения гамма-квантов с энергией 1836 кэВ. Время экспозиции устанавливают из условия, чтобы число импульсов в выбранном пике полного поглощения было не менее 5000 (см. примечание к п. 7.3.1). Спектр сохраняют в памяти InSpector 1000 для последующей обработки (см. раздел 13.4.3 Руководства по эксплуатации).

7.6.3 Не изменяя положения базового источника  $^{88}\text{Y}$ , проводят последовательные измерения спектров с увеличением статистической загрузки до величины не менее  $10^5 \text{ с}^{-1}$ , для чего дополнительно помещают перед детектором другие источники ОСГИ с меньшими энергиями гамма-квантов (например,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ). Спектры сохраняют в памяти InSpector 1000 для последующей обработки.

7.6.4 Подключают спектрометр InSpector 1000 к управляющему компьютеру и спектры, набранные и сохраненные по пп. 7.6.2 и 7.6.3, записывают на жесткий диск управляющего компьютера (см. раздел 14.2.3 Руководства по эксплуатации).

7.6.5 Проводят обработку спектров с помощью программы «Набор и анализ гамма-спектров» спектрометрической системы Genie-2000. В спектре, измеренном по п. 7.6.2, определяют  $n_0$  - скорость счета импульсов в пике полного поглощения гамма-квантов от базового источника, его положение ( $k_0$ ), относительное разрешение ( $R_0$ ) и значение входной статистической загрузки спектрометрического тракта ( $I_0$ ). В спектрах, измеренных по п. 7.6.3, определяют значение скорости счета импульсов в анализируемом пике полного поглощения гамма-квантов от базового источника ( $n_i$ ), его положение ( $k_i$ ), относительное разрешение ( $R_i$ ) и значение входной статистической загрузки спектрометрического тракта ( $I_i$ ).

7.6.6 Строят графики зависимостей относительных изменений  $(n_i - n_0)/n_0$ ,  $(k_i - k_0)/k_0$  и  $(R_i - R_0)/R_0$  от загрузки  $I_i$ . Определяют значения загрузки  $I_{n_{max}}$ ,  $I_{k_{max}}$  и  $I_{R_{max}}$ , при которых хотя бы одно из относительных изменений значений достигает соответственно 0,1, 0,03 и 1,5. За

$t_m$  – коэффициент Стьюдента для  $m$  наблюдений и  $P=0,95$  (для 10 наблюдений  $t_{10}=2,3$ ).

7.7.8 При первичной поверке результат определения эффективности регистрации и погрешность его определения заносят в свидетельство о поверке с описанием геометрии измерения.

7.7.9 Результат периодической поверки считают положительным, если полученное значение эффективности удовлетворяет условию:

$$|\bar{\varepsilon} - \varepsilon_0| \leq \sqrt{\Delta^2 + \Delta_0^2}, \quad (9)$$

где  $\bar{\varepsilon}$  и  $\varepsilon_0$  – соответственно измеренное и определенное при первичной поверке значение эффективности для соответствующей линии, имп./квант;

$\Delta$  и  $\Delta_0$  – погрешности  $\varepsilon$  и  $\varepsilon_0$  ( $P=0,95$ ), имп./квант.

7.8 Определение относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в режиме «доза»

7.8.1 Определение относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (мощности амбиентной дозы) гамма-излучения (далее по тексту – мощности дозы) для спектрометров InSpector 1000 проводят на эталонной дозиметрической установке гамма-излучения с набором источников  $^{137}\text{Cs}$  в поверяемых точках  $\text{Noi}$  согласно таблице 2.

Определяют относительную погрешность измерения мощности дозы гамма-излучения в следующей последовательности:

- подключают последовательно блоки детектирования (БД) IPRON-3, IPRON-2, IPROL-1 спектрометра InSpector 1000 к блоку многоканального анализатора (МКА) INК;
- устанавливают БД спектрометра на поверочную дозиметрическую установку в направлении градуировки таким образом, чтобы центральная ось пучка излучения проходила центр торцевой поверхности корпуса БД;
- устанавливают БД в  $i$ -ую поверяемую точку, мощность дозы в которой на расстоянии в миллиметрах  $R_i$  равна  $\text{Noi}$  по данным свидетельства о поверке дозиметрической установки.

*Примечание* - Расстояние в миллиметрах для  $i$ -ой поверяемой точки от центра источника  $^{137}\text{Cs}$  до торцевой поверхности корпуса БД должно быть равно  $R_i - 38$  мм для IPRON-3,  $R_i - 26$  мм для IPRON-2 и  $R_i - 19$  мм для IPROL-1

Таблица 2

| Номер поверяемой точки $i$ | Мощность дозы в поверяемой точке $\text{Noi}$ | Измерение мощности дозы в поверяемой точке | Пределы допускаемой относительной погрешности $\Delta$ , % |
|----------------------------|---|--|--|
|                            |   | число измерений                            |  |
| 1                          | 0,07 мкЗв/ч <sup>1)</sup>                     | 5  | $\pm 20$   |
| 2                          | 0,70 мкЗв/ч                                   | 5  | $\pm 20$   |
| 3                          | 7,0 мкЗв/ч                                    | 5  | $\pm 20$   |
| 4                          | 30,0 мкЗв/ч <sup>2)</sup>                     | 3  | $\pm 20$   |
| 5                          | 70,00 мкЗв/ч <sup>3)</sup>                    | 3  | $\pm 20$   |

- б) устанавливают МКА в  $i$ -ую поверяемую точку, мощность дозы в которой на расстоянии  $R_i$  равна  $\dot{H}_0i$  по данным свидетельства о поверке дозиметрической установки;

*Примечание - Расстояние в миллиметрах для  $i$ -ой поверяемой точки от центра источника до метки на торцевой поверхности корпуса МКА должно быть равно  $R_i - 13$  мм;*

- в) включают МКА, выдерживают его во включенном состоянии в течение времени установления рабочего режима и проводят измерение мощности дозы фона в  $i$ -ой поверяемой точке;
- г) переводят МКА в режим измерения мощности дозы, облучают МКА гамма-излучением с заданной мощностью дозы  $\dot{H}_0i$  и измеряют мощность дозы  $\dot{H}_i$  в  $i$ -ой поверяемой точке. Число измерений каждого измерения должны быть согласно таблице 3. Определяют среднее значение  $\bar{H}_i$  и принимают его за результат измерения мощности дозы в  $i$ -ой поверяемой точке.
- д) определяют в  $i$ -ой поверяемой точке значения доверительных границ относительной погрешности измерения  $\Delta_i$  по методике 7.8.1 (ж).

*Примечание - В поверяемых точках 3 - 5 значением фона можно пренебречь.*

- е) Результаты поверки считают положительными, если значения доверительных границ относительной погрешности результатов измерения мощности дозы гамма-излучения для всех поверяемых точек не превышают пределов допускаемой относительной погрешности  $\Delta$ , указанных в таблице 3.

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах первичной поверки или поверки после ремонта, выдается Свидетельство о первичной поверке установленной формы с изложением результатов поверки, подписью поверителя, штампом организации, произведшей поверку, и с указанием даты поверки.

8.2 При положительных результатах периодической поверки выдается Свидетельство о поверке установленной формы с изложением результатов поверки, подписью поверителя, штампом организации, произведшей поверку, и с указанием даты поверки.

8.3 При отрицательных результатах поверки спектрометр InSpector 1000 к применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин, а свидетельство аннулируется.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

## Состав СИ:

- Блок детектирования IPROS-2 № 00000090;
- Многоканальный анализатор амплитуд импульсов INIK № 00000612.

Максимальная входная статистическая нагрузка -  $5 \cdot 10^4$  имп./с.

Эффективность регистрации от точечного источника в пике 661,7 кэВ (источник Cs-137) при расположении источника на расстоянии 100 мм по нормали от торца крышки детектора составляет  $(2,97 \pm 0,09) \cdot 10^{-3}$  имп./квант (для  $R=0,95$ ).

Поверено в соответствии с: 2104-003-2009 МП «Спектрометры сцинтилляционные InSpector 1000. Методика поверки»;

с применением эталонов:

РЭ 1-го разряда – источник типа ОСГИ-Р № 4 02.2011, 6 02.2011, 8 02.2011;

РЭ 1-го разряда – источник типа ОСГИ-З № 5497;

РЭ 2-го разряда, установка для поверки гамма-дозиметров УЩГ-П № 38;

при следующих значениях влияющих факторов:

| Температура воздуха, °С | Влажность воздуха, % | Атмосферное давление, кПа | МЭД, мкЗв/ч |
|-------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| $20 \pm 10$             | $30 \pm 80$          | $86 \pm 106,7$            | менее 0,20  |

соответствует: Описанию типа № 41048-09.

Поверитель

В.В. Захаров

ООО «ИЗОТОП РК» аккредитовано федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии в соответствии с Приказом от 27 февраля 2013 г. № 168 на осуществление деятельности по поверке средств измерений. Адресат аккредитации в области обеспечения единства измерений № РОСС СОБ 3.00047.2013 действителен до 27 февраля 2018 г.

ул. Большая Серпуховская д.44, офис 33, г. Москва, 115093, Россия  
тел./факс: 8 (499) 141-32-90, 8 (499) 141-33-54, 8(495) 765-03-56  
e-mail: [izotoprk@mail.ru](mailto:izotoprk@mail.ru), [www.izotoprk.com](http://www.izotoprk.com)



ИЗОТОП РК

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ИЗОТОП РК"

## СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 01-МС 13 8167

Действительно до:

«25» ноября 2015 г.



Средство измерений

Спектрометры сцинтилляционные

наименование, тип

InSpector 1000

серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер 612

принадлежащее

Физикал ОАО «Концерн Росэнергоатом»

наименование юридического (физического) лица, ИНН

«Балаковская атомная станция»

ИНН 7721632827

поверено и на основании результатов первичной (перидической) поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо

Руководитель МС

Е.Г. Крошилова

Поверитель

В.В. Захаров

«25» ноября 2013 г.

Бланк № 8167