

Государственный центр испытаний средств измерений
Федеральное Государственное Унитарное предприятие
«Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский
институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина»
(ГЦИ СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»)
456770, г. Снежинск, Челябинской области, ул. Васильева д. 13
Аккредитован Росстандартом
(аттестат № 30086-11, действителен до 01.11.2016 года)

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ЗАО «Приборы»

Э.Т.И.Эряпохя
2014

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ
им. академ. Е.И. Забабахина»

Е.В. Патокин
« 28 » 01 2014

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЕ DIGIBASE

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

DIGIBASE МП

1 Общие требования

1.1 Настоящая методика первичной и периодической поверки распространяется на установки спектрометрические рентгеновского и гамма-излучения сцинтилляционные DIGIBASE (далее установки) и устанавливает методы и средства поверки.

1.2 Поверку установок 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.

1.3 Первичная (после ремонта) поверка производится при выпуске вновь произведенных установок и после их ремонта.

Периодическая поверка производится при эксплуатации установок.

Межповерочный интервал составляет два года.

2 Операции поверки и средства поверки

2.1 При первичной и периодической поверке установок должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	6.1	да	да
2. Опробование	6.2	да	да
3. Определение пределов относительной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности) и определение диапазона регистрируемых энергий фотонов рентгеновского и гамма-излучения	6.3.1	да	да
4. Определение энергетического разрешения для линии с энергией 661,6 кэВ	6.3.2	да	да
5. Идентификация программного обеспечения	6.3.3	да	да
6. Оформление результатов поверки	7	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и установка бракуется.

2.3 При проведении поверки применяются средства поверки, приведенные в таблице 2.

2.4 Все средства поверки должны быть исправны, поверены согласно требованиям ПР 50.2.006-94 и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип средств поверки	Основные метрологические характеристики
5.1	Гигрометр электронный типа Center 313	Диапазон измерений температуры: от минус 20 до 60 °С. Диапазон измерений относительной влажности: от 10 до 100 %. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры: $\pm 0,7$ °С. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений влажности: $\pm 2,5$ %.
	Барометр типа БАММ-1	Цена деления 0,1 кПа. Диапазон измерений атмосферного давления от 80 до 106 кПа. Пределы погрешности не более $\pm 0,2$ кПа.
	Дозиметр типа ДБГ-06Т	Измеряемая мощность дозы от 0,1 мкЗв/ч. Пределы допускаемой относительной погрешности не более ± 20 %.
6.3.1-6.3.2	Источники фотонного излучения типа ОСГИ-3 с радионуклидами: Am-242, Eu-152, Th-228, Cs-137, Ba-133, Co-60	Активность от 10^3 до 10^5 Бк. Погрешность ± 3 %, $P=0,95$.
<p>Примечание - Допускается применение СИ, обеспечивающих измерение с требуемой точностью. Используемые СИ должны иметь действующие свидетельства о поверке.</p>		

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К поверке допускаются специалисты, прошедшие обучение и аттестованные в качестве поверителей средств измерений ионизирующих излучений.

3.2 Поверители должны иметь допуск к работе с источниками излучения в соответствии с СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)».

4 Требования безопасности

4.1 При поверке должны соблюдаться требования:

- СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)»;
- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;
- РД 153-34.0-03.150-00 «Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПОТ Р М-016-2001)».
- инструкций по технике безопасности, действующие на предприятии.

5 Условия поверки

5.1 Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающей среды (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106 кПа;
- естественный радиационный фон не более $0,2 \text{ мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1}$.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности поверяемой установки требованиям паспорта в объеме, необходимом для проведения поверки;
- наличие эксплуатационной документации;
- отсутствие на технических средствах установок загрязнений, механических повреждений, влияющих на их работу;
- наличие маркировки (наименование или товарный знак завода-изготовителя, тип и заводской номер прибора).

6.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- установка поступила в поверку в комплекте в соответствии с паспортом;
- отсутствуют дефекты, влияющие на работу установок,
- имеется необходимая маркировка.

6.2 Опробование

6.2.1 При опробовании необходимо:

- включить установку в соответствии с разделом 2.2 РЭ;
- проверить работоспособность установки в соответствии с разделами 2.4, 2.5 РЭ.

Опробование проводят по истечении времени установления рабочего режима с использованием источников ОСГИ.

Проверяют правильность функционирования многоканального анализатора (МКА).

Проверяют правильность функционирования программы обработки спектров. Для этого проводят обработку спектров источников ОСГИ, записанных при первичной поверке установки. Результаты обработки сравнивают с протоколами обработки соответствующих спектров при первичной поверке.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение интегральной нелинейности

Энергия излучения источников должна обеспечивать регистрацию пиков полного поглощения (не менее семи моноэнергетических линий) в энергетическом диапазоне от 40 до 3000 кэВ. Расстояние источник-детектор выбрать таким, чтобы скорость счета была в диапазоне $250 \div 1000$ импульсов в секунду, а в максимуме пика гамма-линии было не менее 5000 отсчетов. Спектр набирают поочередно от каждого источника.

Определение интегральной нелинейности выполнить в следующей последовательности:

1) Выполнить градуировку в соответствии с 2.3 РЭ, используя для этого не менее двух линий. Одна из этих линий должна находиться на уровне $0,1 \div 0,2$, другая на уровне $0,8 \div 0,9$ от верхней границы диапазона регистрируемых энергий.

2) Выполнить, с учетом изложенного выше, регистрацию спектров источников радионуклидов Am-241 (59,6 кэВ), Ва-133 (81 кэВ, 356 кэВ), Cs-137 (661,6 кэВ), Eu-152 (121,8 кэВ, 244,7 кэВ, 344,3 кэВ, 778,9 кэВ, 964,1 кэВ, 1408 кэВ), Th-228 (2614,5 кэВ).

3) Аппроксимировать характеристику преобразования установки DIGIBASE прямой линией $n=a+b \cdot E$.

4) Определить коэффициенты характеристики преобразования a и b методом наименьших квадратов по формулам:

$$a = [\sum n_i \cdot \sum E_i^2 - \sum E_i \cdot \sum (n_i \cdot E_i)] / [m \cdot \sum E_i^2 - (\sum E_i)^2] \quad (1)$$

$$b = (m \cdot \sum (n_i \cdot E_i) - \sum E_i \cdot \sum n_i) / [m \cdot \sum E_i^2 - (\sum E_i)^2], \quad (2)$$

где E_i - значение энергии зарегистрированных пиков полного поглощения, кэВ;
 n_i - номера канала, в котором расположена центроида пика полного поглощения нуклидов, соответствующего энергии E_i ;
 m - количество обрабатываемых пиков полного поглощения.

5) Для каждой центроиды n_i пика, соответствующего энергии E_i , рассчитать отклонение от прямой линии (ΔE_i), в кэВ, описывающей характеристику преобразования, по формуле:

$$\Delta E_i = E_i - (n_i - a) / b. \quad (3)$$

6) Выбрать максимальное отклонение ($\Delta E_{i,max}$) и рассчитать интегральную нелинейность преобразования (ИНЛ) в процентах по формуле:

$$\text{ИНЛ} = (\Delta E_{i,max} / E_{max}) \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где E_{max} – верхнее значение энергии из измеряемого диапазона энергий, кэВ,

$$E_{max} = \frac{n_c - a}{b} \quad (5)$$

где: $n_c=1024$ - номер последнего канала.

7) Определение ИНЛ одновременно является проверкой диапазона регистрируемых энергий. Верхнюю границу диапазона регистрируемых энергий определить по формуле 5. Нижнюю границу по формуле:

$$E_{мин} = \frac{n_{c,мин} - a}{b}, \quad (6)$$

где: $n_{c,мин}$ - номер канала, в котором расположено начало регистрируемого полезного сигнала (без шумов).

Результаты считать положительными, если вычисленное значение ИНЛ не более $\pm 0,5\%$; диапазон регистрируемых энергий от 40 до 3000 кэВ.

6.3.2 Определение энергетического разрешения

Проверку относительного энергетического разрешения произвести в следующей последовательности:

1) Провести регистрацию спектра с источником на основе Cs-137. Расстояние источник-детектор выбрать таким, чтобы скорость счета была в диапазоне 250 ÷ 1000 импульсов в секунду, а в максимуме пика гамма - линии было не менее 2000 отсчетов.

2) Определить значение энергетического разрешения по гамма-линии 661,6 кэВ с использованием программного обеспечения. Регистрацию спектра и определение энергетического разрешения (η_i), в кэВ, выполнить 3 раза. За значение энергетического разрешения принять среднее значение трех результатов:

$$\bar{\eta} = \frac{\sum_i^3 \eta_i}{3}, \text{кэВ.} \quad (7)$$

3) Определить относительное энергетическое разрешение ($\eta_{отн}$), в %:

$$\eta_{отн} = \frac{\bar{\eta}}{E} \cdot 100 \quad (8)$$

где: $E = 661,6$ кэВ – значение энергии пика моноэнергетической линии Cs-137.

Установку считать выдержавшей испытания, если полученный результат удовлетворяет требованиям:

значение относительного энергетического разрешения:

- для всех модификаций со сцинтилляционным детектором моделей на основе NaI(Tl) серий 905-1, 905-3, 905-4 (ORTEC SaintGobain) и серий XSY (ORTEC Scionix) для линии с энергией 661,6 кэВ от 5,7 до 10,0 %;

- для всех модификаций со сцинтилляционным детектором моделей на основе LaBr3(Ce): LABR-1.5X1.5 (ORTEC St. Gobain Part No. 2-4-6115); LABR-2X2 (ORTEC St. Gobain Part No. 2-4-6288) и серий XSY (ORTEC Scionix) для линии с энергией 661,6 кэВ от 2,4 до 3,6 %.

6.3.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Проводится проверка соответствия:

идентификационного наименования ПО;

номера версии (идентификационного номера) ПО.

Установку считать прошедшей поверку с положительным результатом, если подтверждается соответствие ПО данным, приведённым в таблице 3.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
Эмулятор многоканального анализатора Maestro-32	MCA32.exe	6.08 и выше (до 6.99)

7. Оформление результатов поверки

7.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки на установку выдается “Свидетельство о поверке” установленного образца и выполняется оттиск поверительного клейма на одном из винтов крепления верхней панели МКА.

7.3 При отрицательных результатах поверки на установку выдается “Извещение о непригодности” установленного образца с указанием причин непригодности.

Инженер по метрологии 1 категории



Н.П.Старожицкая

Начальник группы



М.В. Писмарев

Начальник лаборатории



Е.М. Платонов