

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



[Handwritten signature]

А.Н. Щипунов

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Комплекс гамма-спектрометрический программно-аппаратный
Эко ПАК

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

СФАТ.412125.006 МП

р.п. Менделеево
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯМ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	4
6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	9
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	9

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплексов спектрометрических программно-аппаратных Эко Пак (далее по тексту – комплексов), изготавливаемых ООО «Экосфера», г. Москва.

Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемых комплексов к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемых комплексов к государственному первичному эталону единиц активности радионуклидов, удельной активности, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ6-2016.

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

Интервал между поверками - один год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 1

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операций	Номер пункта методики	Операции, выполняемые при поверке:	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения (далее – ПО) средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
4.1 Определение энергетического разрешения	10.1	да	да
4.2 Определение интегральной нелинейности	10.2	да	да

2.2 Поверка комплекса осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

2.3 Поверка комплекса прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 1, а комплекс признают не прошедшим поверку.

2.4 Не допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯМ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Допустимо проведение поверки комплексов без демонтажа.

3.2 При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С..... от 10 до 35;
- относительная влажность воздуха, % до 70;
- атмосферное давление, кПа..... от 84.0 до 106.7;
- уровень внешнего гамма-фона не более, мкЗв/ч.....0,15.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверку могут проводить лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие квалификацию поверителя, ознакомленные с руководством по эксплуатации комплексов и допущенные к работам с источниками ионизирующих излучений.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2.

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
10	Источники радионуклидные фотонного излучения метрологического назначения закрытые ИМН-Г (Регистрационный № 44591-10). Активность от 10^2 до 10^6 Бк, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения активности $\pm 6\%$
8	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90. Цена деления 0,1 °С, диапазон измерений от минус 50 °С до 125 °С
8	Барометр-анероид. Диапазон измерений абсолютного давления от 60 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ кПа
8	Психрометр по ГОСТ 112-78. Диапазон измерений относительной влажности от 20 до 90 %, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 5\%$.
8	Дозиметр-радиометр ДКС-96 с БДКС-966 (Регистрационный № 16369-11). Мощность амбиентного эквивалента дозы в диапазоне 0,1 мкЗв/ч ÷ 1 Зв/ч. Погрешность не более $\pm (15 + 6/N)\%$, где N – безразмерная величина, численно равная измеренному значению МАЭД в мкЗв/ч.

Примечания:

- 1) При проведении поверки допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.
- 2) Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 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.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении внешнего осмотра устанавливаются:

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

Результаты считать положительными, если выполняются выше перечисленные требования. В противном случае комплекс признается непригодным к применению.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки комплекс подготовить к работе в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации.

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

8.3 При опробовании проводится проверка работоспособности комплексов в соответствии с руководством по эксплуатации. С помощью точечного источника гамма-излучения убеждаются, что происходит набор спектра.

Результаты поверки считать положительными, если происходит набор спектра. В противном случае комплекс признается непригодным к применению.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

В соответствии с РЭ на комплекс:

- 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 таблицах 4-10.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SpectraLine
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.5.3874 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	a9025f89*
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

Таблица 5

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SpectraLineGP
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.5.3874 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	7207ec79*
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

Таблица 6

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SpectraLine Handy
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.5.3874 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	368cd539 *
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

Таблица 7

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SpectraLineNM
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.5.3874 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	4c00ec5d *
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

Таблица 8

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	asw2.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	15.08.1 до версии 18.99.9
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	0256C3B5 **
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

Таблица 9

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	GeSAS.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	0.2.b1 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	68B0105F *
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32

Таблица 10

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	bGAMMA.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	0.0.0.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	5FA266AD4332DED7BC3 418292702AAA2 *
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	MD5

* - цифровой идентификатор ПО для указанного номера версии. При комплектации ПО другой версии в сопроводительной документации должны быть указаны его идентификационные данные для последующего метрологического обслуживания.

** - цифровой идентификатор ПО для номера версии 15.08.1. При комплектации ПО другой версии в сопроводительной документации должны быть указаны его идентификационные данные для последующего метрологического обслуживания.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение энергетического разрешения комплексов Эко ПАК

При выпуске из производства значение энергетического разрешения комплекса Эко ПАК должно быть указано в таблице пункта 3.

Определение энергетического разрешения при помощи ПО семейства «SpectraLine» комплексов Эко ПАК производится следующим образом:

- в зависимости от того, на какой линии определяется разрешение, установить точечный источник гамма-излучения на основе радионуклида ^{57}Co , ^{137}Cs или ^{60}Co на таком расстоянии от торца (плоскости) крышки криостата БД, чтобы скорость счёта в ходе измерений составляла примерно 1000 импульсов в секунду;
- провести процесс измерения (набора спектра). Высота пика на представляющей интерес энергии по завершении измерений должна быть не менее 1000 отсчётов;
- произвести поиск пиков и калибровку шкалы анализатора по двум пикам источника ^{57}Co , ^{137}Cs или ^{60}Co ;
- вывести информацию о пиках на экран. Среди прочего там будет указана и информация о ширине пика на половине высоты на энергии 122,1 кэВ, 661,6 кэВ или 1332,5 кэВ;
- При необходимости измерения разрешения на линии 5,9 кэВ использовать точечный источник ^{55}Fe и действовать согласно вышеупомянутым пунктам. При этом шкала анализатора уже должна быть откалибрована.

Результаты считать положительными, если полученные значения энергетического разрешения не превышают значений, указанных в таблице пункта 3 для конкретного варианта исполнения и значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11

- для линии 5,9 кэВ (радионуклид ^{55}Fe), эВ	
Эко ПАК-01	от 130 до 750
Эко ПАК-03	от 450 до 860
- для линии 122,1 кэВ (радионуклид ^{57}Co), эВ	
Эко ПАК-01	от 465 до 1200
Эко ПАК-02	от 600 до 1500
Эко ПАК-03	от 560 до 1200
- для линии 661,7 кэВ (радионуклид ^{137}Cs), эВ	
Эко ПАК-04	от 10 до 26
- для линии 1332,5 кэВ (радионуклид ^{60}Co), кэВ	
Эко ПАК-01, Эко ПАК-03	от 1,75 до 2,40
Эко ПАК-02	от 1,75 до 2,50

10.2 Определение интегральной нелинейности

Провести измерения с использованием точечных источников гамма-излучения на основе нуклидов ^{55}Fe , ^{241}Am , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{232}Th (^{207}Bi), $^{244}\text{Cm}+^{13}\text{C}$. Спектр набирают поочередно от каждого источника, устанавливая их на расстоянии ~ 100 мм от торца крышки криостата. Количество отсчетов в каждом пике полного поглощения должно быть не менее 10000.

Для каждого центра тяжести ППП, соответствующего энергии E_i рассчитать отклонение от прямой линии, описывающей характеристику преобразования (ΔE_i), в кэВ по формуле (6.1):

$$\Delta E_i = E_i - E_{\text{ППП}} \quad (6.1)$$

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

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

Затем выбрать максимальное значение из полученных разностей (ΔE_i^{max}) и рассчитать интегральную нелинейность в процентах по формуле (6.2):

$$\text{ИНЛ} = \frac{\Delta E_i^{\text{max}}}{E_{\text{max}}} \cdot 100\% \quad (6.2)$$

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

Результаты считать положительными, если значение интегральной нелинейности в диапазоне регистрируемых энергий фотонного излучения:

- для комплексов Эко ПАК с цифровым спектрометрическим устройством BOSON; МСА-527; Toraz-HR находится в пределах $\pm 0,025$ %;

- для комплексов Эко ПАК с цифровым спектрометрическим устройством Multispectrum HYBRID; ЦСУ-ПН-03 (Радуга) находится в пределах $\pm 0,04$ %.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 При положительных результатах проверок по пунктам разделов 7-10, комплекс признаётся пригодным к применению (подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

11.2 При отрицательных результатах проверок по пунктам разделов 7-10, комплекс признаётся непригодным к применению (не подтверждено соответствие метрологическим требованиям).

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Комплекс признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца комплекса или лица, предъявившего ее на поверку, на комплекс наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт комплекса вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.4 Комплекс, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение не допускается и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

И.о. начальника НИО-4
ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.И. Коваленко

Старший научный сотрудник
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Т.П. Берлянд