УТВЕРЖДАЮ

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

_____ /А.Н. Щипунов/

«27» мая 2019 г.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ «ПОГРУЖНАЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДНОГО СОСТАВА ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПССВ»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
ЛСРН.412131.411-01.00 МП

2019

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение ……...	3
1	Операции и средства поверки …….....	4
2	Требования безопасности ……...	6
3	Условия поверки ……..	6
4	Подготовка к поверке ……..	7
5	Проведение поверки и обработка результатов измерений ……..	7
6	Оформление результатов поверки …….	11

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий методика поверки устанавливает порядок первичной и периодической поверки программно-аппаратных комплексов «Погружная спектрометрическая система для определения радионуклидного состава воды и донных отложений ПССВ» ЛСРН.412131.411-00.00, ЛСРН.412131.411-01.00 (далее – ПССВ), изготавливаемых ООО «НИЦ «ЛСРМ», г. Москва, г. Зеленоград.

Первичную и периодическую поверку ПССВ проводят органы Государственной метрологической службы или юридические лица, аккредитованные на право поверки в соответствии с действующим законодательством.

Поверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации ПССВ.

Первичная поверка проводится при выпуске вновь произведенных изделий, а также при выпуске их из ремонта.

Периодическая поверка производится в эксплуатирующей организации.

Перед вводом в эксплуатацию расконсервированных изделий ПССВ со сроком хранения, превышающем межповерочный интервал, обязательна внеочередная поверка. Внеочередная поверка проводится в порядке, изложенном для периодической поверки.

Интервал между поверками один год.

ПССВ предназначены для измерения спектров гамма-излучения с целью определения радионуклидного состава источников радиоактивного загрязнения водной среды и донных отложений.

ПССВ используются для радиоэкологического мониторинга акваторий и прилегающих территорий, для обнаружения радиоактивного загрязнения водной среды и донных отложений гамма-излучающими радионуклидами, экспрессного определения радионуклидного состава источников гамма-излучения радиоактивного загрязнения водной среды без проведения пробоотбора на различных глубинах водных бассейнов и определения радиоактивных загрязнений донных отложений в режиме мониторинга водных объектов и в режиме ЧС радиационного характера..

Автоматизированное управление ПССВ и его работа в различных режимах обеспечиваются поставляемым с ПССВ Комплексом программного обеспечения (далее ПО).

ПССВ выпускается в базовом исполнении и исполнении 01.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2 Опробование	5.2	Да	Да
3 Определение диапазона энергий регистрируемых гамма-квантов и основной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности)	5.3.1	Да	Да
4 Определение относительного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661, 6 кэВ	5.3.2	Да	Да
5 Определение максимальной входной статистической загрузки, относительного изменения разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661,6 кэВ и относительного смещения положения пика 661,6 кэВ при максимальной загрузке спектрометрического измерительного канала	5.3.3	Да	Нет
6 Определение временной нестабильности характеристики преобразования за время непрерывной работы	5.3.4	Да	Нет
7 Оформление результатов поверки	6	Да	Да

1.2 Поверка ПССВ осуществляется в полном объеме. Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин и меньших диапазонов измерений.

1.3 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
5.2	Источник радионуклидный фотонного излучения метрологического назначения закрытый ИМН-Г, модификация точечный источник фотонного излучения ИМН-Г-1, Cs-137 активностью (10^3 - 10^5) Бк с погрешностью (далее ПГ) не более (P=0,95) ± 5 %. Программное обеспечение серии SpectraLineGP
5.3.1	Источники радионуклидные фотонного излучения метрологического назначения закрытые ИМН-Г, модификация точечные источники фотонного излучения ИМН-Г-1, Am-241, Cs-137, Co-60 и Th-232 или Eu-152 активностью (10^3 - 10^5) Бк с погрешностью не более (P=0,95) ± 5 %. Программное обеспечение серии SpectraLineGP
5.3.2	Источник радионуклидный фотонного излучения метрологического назначения закрытый ИМН-Г, модификация точечный источник фотонного излучения ИМН-Г-1, Cs-137 активностью (10^3 - 10^5) Бк с погрешностью не более (P=0,95) ± 5 %. Программное обеспечение серии SpectraLineGP
5.3.3	Источники радионуклидные фотонного излучения метрологического назначения закрытые ИМН-Г, модификация точечный источник фотонного излучения ИМН-Г-1, Cs-137 активностью до 10^5 Бк с погрешностью не более (P=0,95) ± 5 %, обеспечивающие максимальную суммарную загрузку спектрометрического измерительного канала. Программное обеспечение серии SpectraLineGP
5.3.4	Источники радионуклидные фотонного излучения метрологического назначения закрытые ИМН-Г, модификация точечный источник фотонного излучения ИМН-Г-1, Am-241, Cs-137, Co-60 и Th-232 или Eu-152 активностью (10^3 - 10^5) Бк с погрешностью не более (P=0,95) ± 5 %. Программное обеспечение серии SpectraLineGP
Примечание - Допускается использование других средств поверки с аналогичными характеристиками, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.	

1.3 Средства поверки должны быть исправны, иметь техническую документацию и действующие свидетельства о поверке согласно «Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 года N 1815, а оборудование – аттестаты по ГОСТ Р 8.568-2017.

1.4 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 1, поверяемое изделие бракуется, поверка прекращается, и на неё оформляют извещение о непригодности.

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0-75, "Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок", утвержденных Приказом от 24.07.2013 № 328н.

2.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, действующие на предприятии, а также изложенные в эксплуатационной документации на изделие.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 *Условия поверки*

При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия по ГОСТ 8.395-80:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5;
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
  (мм рт. ст.) (от 630 до 800);
- мощность амбиентного эквивалентной дозы гамма-излучения
  (фон вне ПССВ), мкЗв/ч, не более 0,20;
- питание от сети переменного тока частотой (50 ± 0,5) Гц и напряжением (220±4,4) В.

3.2 Вибрация, тряска, удары, влияющие на работу ПССВ, должны отсутствовать.

3.3 Первичная поверка ПССВ должна выполняться в чистом помещении, не содержащем источников, сходных по составу излучения с предполагаемым излучением радионуклидов, имеющихся в эталонных источниках.

3.4 Периодическая поверка допускается на месте эксплуатации с помощью источников типа ИМН-Г-1 из комплекта КМЧ. При этом в помещении должны соблюдаться условия 3.1-3.2.

3.5 Требования безопасности

При проведении поверки лица, работающие с ПССВ, должны пройти предварительное медицинское освидетельствование, быть допущенными к работе с источниками ионизирующих излучений и соблюдать правила обращения с источниками ионизирующего излучения, изложенными в ОСПОРБ-99/2010.

Подключение измерительных каналов и прочего оборудования к устройству питания и передачи данных (УППД), а также подключение внешнего питания переменного тока УППД и его отключение следует производить при выключенном тумблере питания УППД.

Отключение кабелей связи и питания

Вскрытие герметичной капсулы погружного измерительного канала для смены аккумуляторов следует начинать не ранее, чем через 3 мин после отключения питания.

Демонтаж измерительных узлов и блоков в процессе замены аккумуляторов не допускается.

3.6 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, аттестованные в качестве поверителей средств измерений характеристик ионизирующих излучений, изучившие эксплуатационную документацию на ПССВ, и имеющие опыт работы со спектрометрической аппаратурой.

7.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности.

4 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1 Провести подготовку ПССВ к поверке согласно указаниям руководства по эксплуатации (далее РЭ).

4.2 Средства измерений и испытательное оборудование, применяемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке и подготовлены к работе согласно эксплуатационной документации на них.

4.3 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемой ПССВ и используемых средств поверки.

4.4 Поверяемый ПССВ должны быть выдержаны во включенном состоянии в течение не менее 30 минут после выдержки в помещении в нормальных условиях по п. 3.1 в течение 24 часов.

4.5 Перед проведением поверки должны быть подготовлены вспомогательные устройства, необходимые при поверке - дистансерное устройство ДУ-411 или иное устройство, обеспечивающие позиционирование источника ИМН-Г-1 на расстоянии 250 мм от чувствительной части блока детектирования спектрометрического канала ПССВ.

4.6 Обработка результатов измерений, управление процессами регистрации и накопления спектров гамма-излучения обеспечиваются Устройством управления, отображения, документирования и передачи информации (далее ПК) из комплекта поставки с программным обеспечением SpectraLineGP (далее ПО).

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1 *Внешний осмотр*

При внешнем осмотре устанавливают соответствие ПССВ следующим требованиям:

- комплектность, тип, заводской номер ПССВ должны соответствовать данным комплектности ПССВ, указанной в формуляре ЛСРН.412131.411-01.00 ФО для исполнения 01 и ИМЯН.412131.411 ФО для базового исполнения ПССВ;
- внешний вид, маркировка и пломбирование должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации ПССВ и эксплуатационных документов на технические средства, входящие в его состав;
- на сборочных узлах ПССВ не должно быть механических повреждений, препятствующих его применению;
- надписи и обозначения на сборочных узлах ПССВ должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

ПССВ, имеющего дефекты, затрудняющие эксплуатацию, бракуют и дальнейшую проверку не проводят.

5.2 *Опробование*

Опробование ПССВ и идентификацию программного обеспечения провести после истечения времени установления рабочего режима в следующем порядке:

1) Включить ПССВ в режиме набора спектра согласно указаниям РЭ. Установить электронный ключ защиты ПО от несанкционированного доступа в порт USB ПК, загрузить ПО.

2) Разместить спектрометрический канал в держателе ДУ-411, в приспособлении для поверки ДУ-411 установить источник ИМН-Г-1 Cs-137. Набрать не менее двух спектров с источником Cs-137 в течение 10 минут.

3) Провести идентификацию программного обеспечения.

Для чего войти в основное меню ПО SpectraLineGP, открыть закладку «Справка/О программе» и проверить полученную информацию на соответствие требованиям руководства по эксплуатации. При идентификации ПО проверить соответствие:

- идентификационного наименования ПО, указанного в руководстве по эксплуатации ПССВ в разделе «Программное обеспечение» и выводимого в окне интерфейса пользователя;

- номера версии (идентификационный номер) ПО, указанного в руководстве по эксплуатации ПССВ в разделе «Программное обеспечение» и выводимого в окне интерфейса пользователя.

Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) не нормируется и указывается для соответствующего номера версии ПО.

4) Убедиться в том, что происходит накопление спектров: считать спектры в ПО. Форма пика амплитудного распределения должна быть близкой к симметричной и описываться плавной огибающей кривой, что свидетельствует о регистрации гамма-излучения источника ИМН-Г-1 спектрометрическим каналом ПССВ.

5.3 *Определение метрологических характеристик*

5.3.1 *Определение диапазона энергий регистрируемых гамма-квантов и основной погрешности характеристики преобразования (интегральной нелинейности)*

Определение провести в соответствии с разделом 4 ГОСТ 26874-86:

1) Провести измерения спектров точечных эталонных источников ИМН-Г-1 на основе нуклидов Am-241, Cs-137, Co-60 и Th-232 или Eu-152.

Активность каждого источника должна обеспечивать скорость счета в диапазоне 250 ÷ 1000 имп/с. В максимуме пика полного поглощения гамма-линий, соответствующих нуклиду, набрать не менее 2000 отсчетов.

Сохранить спектры в памяти ПК.

2) Провести энергетическую градуировку спектрометрического тракта ПССВ с использованием ПО SpectraLineGP и указаний руководства по эксплуатации, получив численное значение интегральной нелинейности (ИНЛ), или рассчитать ИНЛ графически в соответствии с указаниями 4.3 ГОСТ 26874-86.

3) Результаты поверки считать положительными, если основная погрешность характеристики преобразования (интегральная нелинейность) не превышает 1 %.

Положительные результаты измерений ИНЛ источников гамма-излучения ИМН-Г-1 обеспечивающих регистрацию не менее семи пиков полного поглощения (ППП), равномерно распределенных в диапазоне регистрируемых энергий ПССВ, являются положительными результатами поверки диапазона регистрируемых энергий.

5.3.2 *Определение относительного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661,6 кэВ*

Определение относительного энергетического разрешения провести в соответствии с разделом 4 ГОСТ 26874-86:

1) Провести набор спектра спектрометрического канала ПССВ с точечным эталонным источником ИМН-Г-1 на основе Cs-137, расположив его в дистансерном устройстве ДУ-411. Активность источника должна обеспечивать скорость счета в диапазоне 250 ÷ 1000 имп/с. В максимуме пика полного поглощения гамма-линии с энергией 661,6 кэВ необходимо набрать не менее 2000 отсчетов.

2) Определить ширину пика полного поглощения (далее ППП) моноэнергетической линии 661,6 кэВ на его полувысоте $\eta_{абс}$ с использованием программного обеспечения SpectraLineGP или графически по формуле (1):

$$\eta_{абс} = \Delta n \cdot K \qquad (1)$$

$\eta_{абс}$ – абсолютное энергетическое разрешение спектрометрического канала ПССВ, в программном обеспечении обозначаемое «ПШПВ» - полная ширина ППП на полувысоте;

Δn – ширина на полувысоте ППП, канал;

К - энергетическая ширина канала, кэВ/канал.

Зарегистрировать относительное энергетическое разрешение ПССВ по гамма-линии 661 кэВ с помощью рабочей программы SpectraLineGP.

Сохранить спектры в памяти ПК.

3) Результаты поверки считать положительными, если вычисленное значение относительного энергетического разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661,6 кэВ не превышает 10 %.

5.3.3 *Определение максимальной входной статистической загрузки, относительного изменения разрешения по линии гамма-излучения с энергией 661,6 кэВ и относительного смещения положения пика 661,6 кэВ при максимальной загрузке спектрометрического измерительного канала*

1) Разместить в дистансерном устройстве или в непосредственной близости к измерительному спектрометрическому каналу дополнительный источник Cs-137 на расстоянии от блока детектирования, обеспечивающем увеличение загрузки спектрометрического тракта до предельного значения. Зарегистрировать аппаратурный спектр и определить энергетическое разрешение для линии 661,6 кэВ (Cs-137) согласно 5.3.2.

Допускается для проверки загрузки спектрометрического тракта использовать источник Co-60.

2) Определить значение относительного изменения энергетического разрешения в % при изменении входной статистической загрузки (ухудшение энергетического разрешения) по формуле (2):

$$\delta_\eta = \frac{|\eta_1 - \eta_2|}{\eta_1} \cdot 100, \qquad (2)$$

где где δ_η– относительное значение изменения разрешения, %;

η_1 – абсолютное энергетическое разрешение (ПШПВ), кэВ, при нормальной (малой) загрузке спектрометрического тракта ПССВ,

η_2 – абсолютное энергетическое разрешение (ПШПВ), кэВ, при максимальной загрузке спектрометрического тракта ПССВ.

3) Определить относительное смещение положения пика 661,6 кэВ при максимальной загрузке спектрометрического измерительного канала формуле (3):

$$\delta_c = \frac{\left| n_M - n_{ну} \right|}{E} \cdot K \cdot 100, \qquad (3)$$

где δ_c– относительное смещение положения центроиды пика 661,6 кэВ, %;

$n_м$ – номер канала, соответствующий положению центроиды пика при максимальной загрузке спектрометрического тракта;

$n_{ну}$ – номер канала, соответствующий положению центроиды пика при малой загрузке спектрометрического тракта;

К – энергетическая ширина канала, определяемая при малой загрузке, кэВ;

Е – энергия, соответствующая моноэнергетическому пику, равная 661,6 кэВ.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если значение относительного изменения энергетического разрешения не превышает 15 %, а относительное смещение положения пика 661,6 кэВ при максимальной загрузке не превышает 1 %.

5.3.4 *Определение временной нестабильности характеристики преобразования за время непрерывной работы*

Проводится согласно ГОСТ 26874 п.5а и 6. Допускается использование результатов расчета основной погрешности характеристики преобразования (ИНЛ) и нестабильности показаний в программном обеспечении SpectraLineGP из комплекта поставки ПССВ.

1) Провести измерения источников ИМН-Г-1 в соответствии с указаниями 5.3.1 через 30 минут работы и по истечение времени непрерывной работы. Использовать предустановленную задержку работы спектрометрического тракта ПССВ базового исполнения не менее 14 часов.

2) Определить энергетическое разрешение для линии 661,6 кэВ (Cs-137) согласно 5.3.2.

3) Определить временную нестабильность характеристики преобразования измерительных спектрометрических каналов ПССВ за время непрерывной работы:

После завершения измерений определить положения центроид пиков n_1, n_2, n_3 (в каналах), выбрав три пика суммарного спектра источников, соответствующих началу, середине и концу энергетического диапазона в каждом полученном i-том спектре, и рассчитать среднее положение каждой центроиды по формуле (4):

$$\overline{n}_1 = \frac{\sum n_{1i}}{m}; \qquad \overline{n}_2 = \frac{\sum n_{2i}}{m}; \quad \overline{n}_3 = \frac{\sum n_{3i}}{m}, \qquad (4)$$

где m – число измеренных спектров.

4) Рассчитать средние квадратические отклонения S_1, S_2, S_3 для положения каждой центроиды S_i по формуле (5):

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum^{m} \left(n_i - \overline{n}_i\right)^2}{m-1}}, \qquad (5)$$

5) Из полученных значений S_i выбрать максимальное S_{max}.

Временную нестабильность характеристики преобразования D_t, %, вычислить по формуле (6):

$$D_t = \frac{S_{\max} \cdot B}{E_{\max}} \cdot 100, \qquad (6)$$

где E_{max} – энергия, кэВ, соответствующая пику полного поглощения с наибольшей энергией из числа обрабатываемых пиков;

B – энергетическая ширина канала АЦП, кэВ/канал, определяемая по формуле (7):

$$B = \frac{E_2 - E_1}{\overline{n}_2 - \overline{n}_1} \qquad (7)$$

E_1 и E_2 – энергии, кэВ, регистрируемые соответственно в n_1-м и n_2-м каналах анализатора.

Результаты проверки времени установления рабочего режима и нестабильности показаний считаются положительными, если:

- вычисленное значение энергетического разрешения для энергий 661,6 кэВ не превышает 10 %;
- временная нестабильность характеристики преобразования измерительного спектрометрического канала не превышает 1 %.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Положительные результаты поверки ПССВ оформляются «Свидетельством о поверке» по установленной форме. Знак поверки в виде наклейки или оттиска поверительного клейма наносится на свидетельство о поверке, а также в виде наклейки наносится на корпуса встроенного в герметичную капсулу блока детектирования погружного спектрометрического канала, на корпус бортового спектрометрического канала ПССВ (при его наличии).

Положительные результаты периодической поверки оформляются соответствующей записью в формуляре с нанесением поверительного клейма.

6.2 При получении отрицательных результатов поверки поверяемое изделие к применению не допускают, оформляют «Извещение о непригодности» и ПССВ направляют в ремонт. При выпуске из ремонта проводят первичную поверку после настройки изделия.

Начальник НИО-4
ФГУП «ВНИИФТРИ» А.В. Янушевич

Старший научный сотрудник
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ» М.А. Зотова

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводит. докум. и дата	Подп	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.