

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «ЮНИКО-СИС»



Т.В. Петрова

М.П.

« » декабря 2014 г.

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



Н. И. Ханов

М.П.

«15» декабря 2014 г.

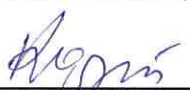
КОМПЛЕКСЫ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ ДЛЯ КОНВЕЙЕРНОГО НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА ОВА МК IV

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2104-004-2014

л.р. 61838-15

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

 С. Г. Трофимчук

« » _____ 2014 г.

Санкт-Петербург
2014

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы спектрометрические для конвейерного нейтронно-активационного анализа ОВА Mk IV (далее – комплексы ОВА Mk IV) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Комплексы ОВА Mk IV предназначены для измерения спектров характеристического гамма-излучения, испускаемого материалом, находящимся на конвейерной ленте, при облучении его нейтронами радионуклидного источника, а также для определения качественного и количественного состава материала (при наличии соответствующих калибровок и аттестованных методик измерений).

Первичной поверке подлежат комплексы ОВА Mk IV до ввода в эксплуатацию и выпускаемые в обращение после ремонта, вызванного ухудшением их метрологических характеристик.

Периодической поверке подлежат комплексы ОВА Mk IV, находящиеся в эксплуатации.

Интервал между поверками – 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операций при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) комплекса	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
Определение относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)	7.3.1	Да	Да
Определение относительного энергетического разрешения по линии с энергией 2223 кэВ гамма-излучения радиационного захвата тепловых нейтронов водородом	7.3.2	Да	Да
Определение эффективности регистрации по пику полного поглощения гамма излучения с энергией 2223 кэВ радиационного захвата тепловых нейтронов водородом	7.3.3	Да	Да
Оформление результатов поверки	8	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование с характеристиками, указанными в таблице 2.

2.2 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке или сертификаты калибровки.

2.3 Допускается использование иных средств измерений с метрологическими характеристиками, не уступающими приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта МП	Наименование средств поверки и вспомогательного оборудования	Основные метрологические и технические характеристики
7.3	Источник нейтронного излучения радионуклидный закрытый (типа НК252М11 по ТУ 95 29-2009 или аналогичный) с радионуклидом Cf-252	Активность от 0,5 до 1,0 ГБк, погрешность калибровки по потоку нейтронов не более $\pm 8 \%$.
5	Психрометр аспирационный М-34-М	Диапазон измерений температуры воздуха от минус 25 до +50 °С Диапазон измерения влажности 10–100 % (при температуре от +5 до +40 °С). Погрешность измерения $\pm 5 \%$.
5	Барометр БАММ-1	Диапазон измерения 60–120 кПа. Цена деления 1 кПа.
7.3	Стандартная спектральная плита из комплекта ОВА Mk IV	Две пластины из полиэтилена толщиной 25 мм каждая, между которыми находится стальная пластина толщиной 8 мм. Размеры пластин 400x400 мм.
7.3	Персональный компьютер	С установленной программой MAESTRO-32
7.3	USB-накопитель	Название накопителя - VERIFICATOR Не менее 100 Кбайт свободного объема

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению измерений и обработке результатов измерений при поверке допускаются лица, прошедшие специальную подготовку и аттестованные в качестве поверителей спектрометрических и радиометрических средств измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены 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);
- ПОТР-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок;
- действующих инструкций по мерам безопасности на предприятии, а также требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах технической документации на средства поверки.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 5 до + 40;
- относительная влажность воздуха, % до 100;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Перед проведением поверки необходимо убедиться в наличии:

- руководства по эксплуатации на комплекс ОВА Mk IV;
- свидетельства о поверке (при проведении периодической поверки);
- свидетельства о поверке или сертификата калибровки на нейтронный источник из комплекта комплекса ОВА Mk IV, используемый для поверки.

5.2 Все установки и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с технической документацией на них.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

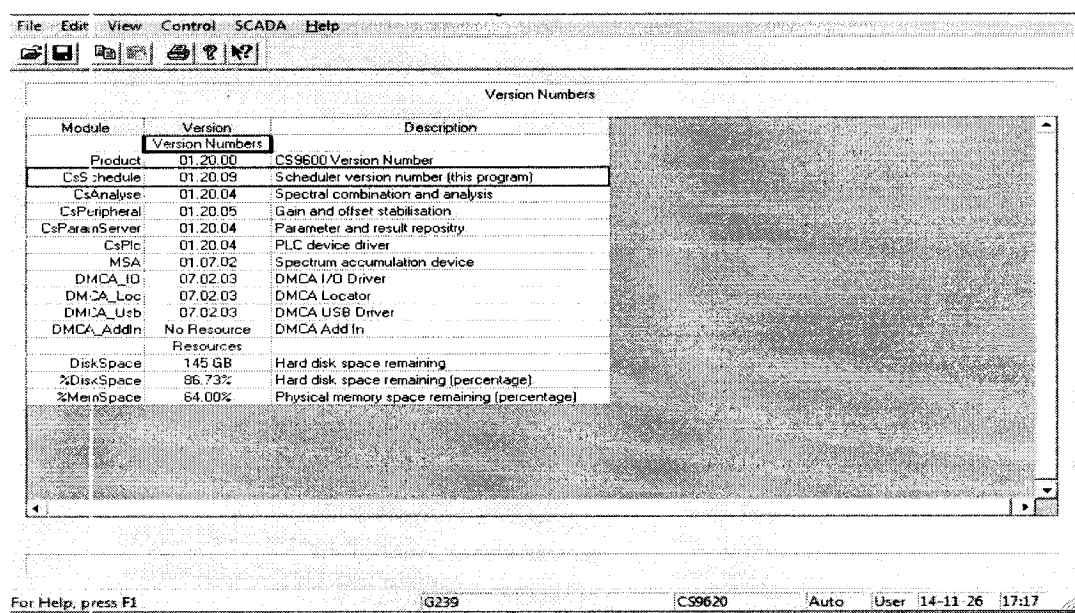
7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие комплектности поверяемого комплекса ОВА Mk IV требованиям РЭ;
- наличие маркировок и исправных пломб на блоках и устройствах, входящих в состав комплекса ОВА Mk IV;
- надежность закрепления блоков и устройств на штатных местах;
- отсутствие механических повреждений и дефектов на блоках и устройствах комплекса ОВА Mk IV, могущих повлиять на его работоспособность.

7.1.2 Комплексы, забракованные при внешнем осмотре, дальнейшей поверке не подлежат.

7.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) комплекса

Для подтверждения соответствия ПО комплексов ОВА Mk IV необходимо сверить наименования и номера версий основного модуля «CsSchedule» встроенного ПО и основного модуля «iFIX» системы отображения данных superSCAN (поставляемой по отдельному заказу, при ее наличии) с номерами версий, указанными в табл. 3. Для проверки номера версии основного модуля встроенного ПО необходимо с удаленного компьютера произвести подключение к встроенному промышленному компьютеру комплекса по протоколу VNC, используя программу VNC Viewer (см. Руководство по эксплуатации). Номер версии будет доступен после запуска исполняемого модуля CsSchedule – непосредственно в окне данной программы.



Если доступ через VNC Viewer закрыт паролем изготовителя данная проверка не производится.

Номер версии основного модуля «iFIX» системы отображения данных superSCAN (поставляемой по отдельному заказу) можно наблюдать при перезагрузке компьютера с установленной системой отображения данных superSCAN (при перезагрузке программа superSCAN запускается автоматически) в стартовом окне программы.

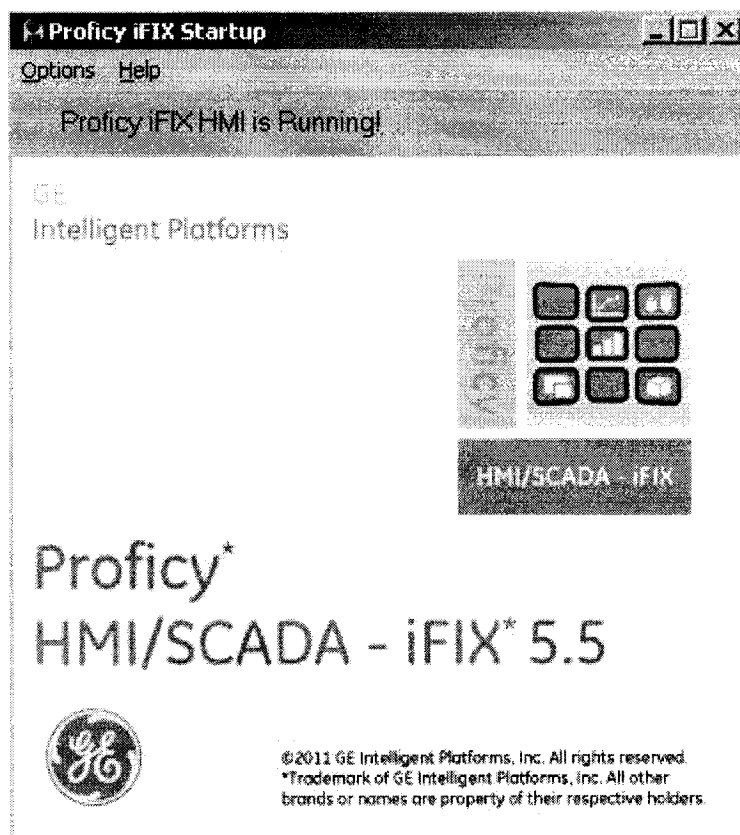


Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения комплексов ОВА Mk IV

Идентификационные данные	Значения	
	Идентификационное наименование ПО	CsSchedule
Номер версии ПО	01.20.09*	5.5*

* – номер версии ПО не ниже указанного в таблице (кроме случаев обновления ПО, официально подтвержденного Изготовителем).

7.3 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик комплекса проводят по измеренным в каждом спектрометрическом тракте спектрам характеристического гамма-излучения, испускаемого помещенной на место анализируемого материала стандартной спектральной плитой, при облучении ее нейтронами радионуклидного источника. Измерения проводят при остановленной конвейерной ленте и отсутствии на ней материала.

Предупреждение! При нахождении нейтронного источника в рабочем положении под конвейерной лентой недопустимо нахождение поверителя вблизи тоннеля комплекса ОВА Mk IV и осуществление манипуляций внутри него ввиду повышенной радиационной опасности. Операции по ручному удалению источника в безопасное положение и возврат в рабочее положение может выполняться только специализированным персоналом предприятия-владельца комплекса или сервисным инженером Scantech. Если комплекс оборудован автоматическим приводом источника, перемещение источника в безопасное положение выполняется в соответствии с рекомендациями раздела 4.4 «Процедура хранения источника. Если комплект автоматического привода источника установлен» руководства по эксплуатации MA0005R13Rus «ОВА Mk IV Комплекс спектрометрический для конвейерного нейтронно-активационного анализа».

Измерения выполняют в следующей последовательности.

- 1) Поверитель должен убедиться, что конвейер остановлен и на ленте отсутствует материал.
- 2) Удаляют нейтронный источник в безопасное положение (см. Предупреждение). Зеленая лампа «BEAM OFF», встроенная в верхнюю поверхность шкафа электроники, означает, что источник безопасно перемещен
- 3) Помещают стандартную спектральную плиту в центр тоннеля в положение для измерения.
- 4) Возвращают источник в рабочее положение. Красная лампа «BEAM ON» означает, что источник в рабочем положении и расположен прямо под конвейерной лентой.
- 5) Вставляют USB-накопитель в промышленный компьютер, расположенный внутри шкафа электроники, для экспорта спектров. USB-накопитель должен называться «VERIFICATOR» для его программной идентификации.
- 6) Включают переключатель «Verification», расположенный в шкафу электроники. При этом запускается набор спектров каждого спектрометрического тракта (детектора) мультidetекторной системы с экспозицией 2 часа. Состояние набора спектров индицируется светодиодом «VERIFICATOR LED» - мигание означает процесс набора, непрерывное горение свидетельствует об окончании набора. По окончании набора спектры в виде файлов «ОВА-XXX DetX yummdd hh.mm.spe» в формате ASCII Spe file выводятся на USB-накопитель «VERIFICATOR».
- 7) Извлекают USB-накопитель «VERIFICATOR» из компьютера и выключают переключатель «Verification».
- 8) Повторяют шаг 2 перед удалением из тоннеля стандартной спектральной плиты. Удаляют плиту из тоннеля.
- 9) Повторяют шаг 4 для возврата источника в рабочее положение и перевода комплекса ОВА Mk IV к нормальному функционированию.

Дальнейшую обработку набранных спектров для определения метрологических характеристик проводят на персональном компьютере с установленной программой MAESTRO-32.

7.3.1 Определение относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)

7.3.1.1 Открывают набранные спектры с помощью программы MAESTRO-32 и определяют в спектре каждого спектрометрического тракта (детектора) положения центров пиков полного поглощения с энергиями, приведенными в таблице 4.

Таблица 4. Энергии (E_γ) гамма-излучения радиационного захвата тепловых нейтронов элементами материала стандартной спектральной плиты (Database for PGNAА IAEA. Table III. Adopted Prompt and Decay Gamma Rays from Thermal Neutron Capture for all Elements).

Элемент	E_γ , кэВ
H	2223
C(Inel)	4439
C(TNC)	4945
Fe(1)	5968
Fe(2)	7638
Fe(31)	9299

7.3.1.2 Рассчитывают в соответствии с ГОСТ 26874-86 п.4.5 относительную погрешность характеристики преобразования прибора (интегральную нелинейность) для каждого спектрометрического тракта по значениям энергий (таблица 4) и соответствующим положениям центров пиков полного поглощения.

7.3.1.3 Результат поверки считают положительным, если в полученное значение относительной погрешности характеристики преобразования для каждого спектрометрического тракта не превышает 0,5 %.

7.3.2 Определение относительного энергетического разрешения по линии с энергией 2223 кэВ гамма-излучения радиационного захвата тепловых нейтронов водородом

7.3.2.1 С помощью программы MAESTRO-32 определяют в спектре каждого спектрометрического тракта относительное энергетическое разрешение по линии с энергией 2223 кэВ гамма-излучения радиационного захвата тепловых нейтронов водородом.

7.3.2.2 Результат поверки считают положительным, если относительное энергетическое разрешение по линии с энергией 2223 кэВ гамма-излучения радиационного захвата тепловых нейтронов водородом каждого спектрометрического тракта не превышает 7 %.

7.3.3 Определение эффективности регистрации по пику полного поглощения гамма излучения с энергией 2223 кэВ радиационного захвата тепловых нейтронов водородом

7.3.3.1 С помощью программы MAESTRO-32 определяют количество импульсов (S), зарегистрированных в пике полного поглощения с энергией 2223 кэВ, в каждом спектрометрическом тракте.

7.3.3.2 Определяют скорости счета импульсов (n) в пике полного поглощения с энергией 2223 кэВ в каждом спектре по формуле:

$$n = \frac{S}{t_L}, \quad (1)$$

где

n – скорость счета импульсов в пике полного поглощения с энергией 2223 кэВ, имп/с;

t_L – время набора спектра (живое), с;

7.3.3.3 Рассчитывают для каждого спектрометрического тракта эффективности регистрации ε в пике полного поглощения гамма-излучения энергии 2223 кэВ по формуле:

$$\varepsilon = \frac{n}{A} \cdot \exp\left(0.693 \cdot \frac{T_B}{T_{1/2}}\right), \quad (2)$$

где

ε - экспериментальное значение эффективности регистрации по пику полного поглощения гамма излучения с энергией 2223 кэВ радиационного захвата тепловых нейтронов водородом, отн. ед.;

n - скорость счета импульсов в пике полного поглощения с энергией 2223 кэВ, имп/с;

T_B - время от момента аттестации источника до начала измерения, сут;

$T_{1/2}$ - период полураспада радионуклида Cf-252, сут;

A - поток нейтронов от источника Cf-252 на момент аттестации по сертификату калибровки источника, с^{-1} ;

7.3.3.4 При первичной поверке результат определения эффективности регистрации для каждого спектрометрического тракта заносят в свидетельство о поверке.

Результат периодической поверки считают положительным, если полученное значение эффективности для каждого спектрометрического тракта удовлетворяет условию:

$$|\varepsilon - \varepsilon_0| \leq 0.1, \quad (3)$$

где ε и ε_0 - соответственно измеренное и определенное при первичной поверке значение эффективности, отн. ед.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Все результаты заносятся в протокол поверки. Форма протокола поверки приведена в Приложении А.

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

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

8.4 При отрицательных результатах поверки комплекс ОВА Mk IV к применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин.

Протокол первичной (периодической) поверки от _____ 201__ г.

Наименование поверяемого средства измерений:

Средство измерений принадлежит:

Организация, проводящая поверку:

Место проведения поверки:

Условия проведения поверки:

Документ на методику поверки: МП 2104-004-2014 «Комплексы спектрометрические для конвейерного нейтронно-активационного анализа ОВА Mk IV. Методика поверки».

Эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование:

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1 Внешний вид:

Внешний вид, комплектность, маркировка *соответствует (не соответствует)* требованиям технической документации.

Внешние повреждения прибора *отсутствуют (присутствуют)*.

Вывод: результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

2 Подтверждение соответствия программного обеспечения измерителя

Идентификационное название программного обеспечения _____, номер версии программного обеспечения _____.

3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность)

3.1.1 Проведение поверки по п. 7.3.1

Det1

Элемент	E_{γ} , кэВ	Центр пика, кан.	$E_{расч}$, кэВ	$\Delta E = E_{\gamma} - E_{расч}$, кэВ	ИНЛ = $\Delta E_{макс} / E_{макс} \cdot 100\%$
H	2223				
C(Inel)	4439				
C(TNC)	4945				
Fe(1)	5968				
Fe(2)	7638				
Fe(31)	9299				

Det2

Элемент	E_γ , кэВ	Центр пика, кан.	$E_{расч}$, кэВ	$\Delta E = E_\gamma - E_{расч}$, кэВ	ИНЛ = $\Delta E_{макс} / E_{макс} \cdot 100\%$
H	2223				
C(Inel)	4439				
C(TNC)	4945				
Fe(1)	5968				
Fe(2)	7638				
Fe(31)	9299				

Det3

Элемент	E_γ , кэВ	Центр пика, кан.	$E_{расч}$, кэВ	$\Delta E = E_\gamma - E_{расч}$, кэВ	ИНЛ = $\Delta E_{макс} / E_{макс} \cdot 100\%$
H	2223				
C(Inel)	4439				
C(TNC)	4945				
Fe(1)	5968				
Fe(2)	7638				
Fe(31)	9299				

Det4

Элемент	E_γ , кэВ	Центр пика, кан.	$E_{расч}$, кэВ	$\Delta E = E_\gamma - E_{расч}$, кэВ	ИНЛ = $\Delta E_{макс} / E_{макс} \cdot 100\%$
H	2223				
C(Inel)	4439				
C(TNC)	4945				
Fe(1)	5968				
Fe(2)	7638				
Fe(31)	9299				

Предел допускаемой относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность) 0,5 %.

Вывод: результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

3.2 Определение относительного энергетического разрешения по линии с энергией 2223 кэВ гамма-излучения радиационного захвата тепловых нейтронов водородом

Относительное энергетическое разрешение по линии с энергией 2223 кэВ гамма-излучения радиационного захвата тепловых нейтронов водородом, %				
Измеренное				Предельно допустимое
Det1	Det2	Det3	Det4	
				7

Вывод: результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

3.3 Определение эффективности регистрации по пику полного поглощения гамма излучения с энергией 2223 кэВ радиационного захвата тепловых нейтронов водородом

3.3.1 Проведение поверки по п. 7.3.3

Номер тракта (детектора)	Эффективность регистрации гамма-квантов в ППП 2223 кэВ, отн. ед.		
	Первичная поверка	Очередная поверка	$ \varepsilon - \varepsilon_0 \leq 0,1$
	ε_0	ε	$ \varepsilon - \varepsilon_0 $
Det1			
Det2			
Det3			
Det4			

Вывод: результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

Выдано свидетельство о поверке № (извещение о непригодности №)

Дата поверки:

Поверитель: