

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной работе

ФГУП «ВНИИФТРИ»

_____ А.Н.Щипунов

_____ 2017 г.



Радиометры VDC «Дозкалибратор»

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

1. Общие положения

Поверку радиометров VDC «Дозкалибратор» (далее – радиометров) проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений.

Первичная поверка производится при выпуске вновь произведенных радиометров и после их ремонта.

Периодическая поверка производится при эксплуатации радиометров.

Интервал между поверками составляет один год.

2. Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Операции, выполняемые при поверке:	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	п. 7.1	+	+
Опробование	п. 7.2	+	+
Определение основной относительной погрешности измерений активности	п. 7.3	+	+
Определение системной линейности	п. 7.4	+	+
Идентификация программного обеспечения	п. 8	+	+

3. Средства поверки

При проведении поверки применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонных средств измерений, испытательного оборудования и вспомогательной аппаратуры	Технические характеристики
1	2	3
Основные средства поверки:		
7.3 - 7.4	Радиометры РИС-А1-Э "Дозкалибратор" рег. номер 37683-08	Диапазон измерений активности гамма - излучающих нуклидов (по ^{99m}Tc), от $2,0 \cdot 10^6$ до $1,85 \cdot 10^{10}$ Бк; бета - излучающих нуклидов (по ^{89}Sr) от $8,0 \cdot 10^7$ до $1,85 \cdot 10^{10}$ Бк.
7.3 - 7.4	Спектрометрические установки в соответствии с ГОСТ 8.033-96.	Интегральная нелинейность не более 0,05 %, основная относительная погрешность измерений активности $\pm 4,0$ %;
7.3 - 7.4	Генератор радионуклидов ^{99m}Tc ; ^{131}I ; ^{18}F ; ^{89}Sr	Активность $10^9 - 10^{12}$ Бк
Вспомогательные средства измерений:		
5	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90	Цена деления 0,1 °С, диапазон измерений от минус 50 °С до плюс 125 °С
5	Барометр - анероид	Диапазон измерений абсолютного давления от 60 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,2$ кПа
5	Психрометр по ГОСТ 112-78,	Диапазон измерений относительной влажности от 20 до 90 %, пределы допускаемой относительной погрешности измерений ± 5 %.

1	2	3
5	Дозиметр-радиометр ДКС-96 с БДКС-966	Мощность амбиентного эквивалента дозы в диапазоне от 0,1 мкЗв·ч ⁻¹ до 1 Зв·ч ⁻¹ , пределы допускаемой относительной погрешности $\pm (15 + 6/N) \%$, где N – безразмерная величина, численно равная измеренному значению МАЭД в мкЗв·ч ⁻¹

Примечания:

1) Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

2) Используемые эталонные средства измерений должны иметь действующие поверительные клейма или свидетельства о поверке.

3) Поверку радиометров допускается проводить в тех диапазонах, которые используются при эксплуатации, для одного или нескольких радионуклидов из списка: ^{99m}Tc, ¹³¹I, ¹⁸F, ⁸⁹Sr по соответствующим пунктам настоящей методики. При этом соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и в свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатанта.

4. Требования по безопасности и квалификации поверителей

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)»;
- Действующих на предприятии инструкций по радиационной безопасности.

Поверку могут проводить лица, имеющие квалификацию поверителя, ознакомленные с руководством по эксплуатации радиометров и допущенные к работам с источниками ионизирующих излучений.

5. Условия поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- мощность амбиентного эквивалента дозы фонового излучения не должна превышать, мкЗв/ч 0,25
- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, % 60 ± 10
- атмосферное давление, кПа 101,3 ± 4

– напряжение и частота питающей сети, В

от 187 до 242

– частота, Гц

от 47 до 51

6. Подготовка к поверке

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

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

7. Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- отсутствие механических повреждений и других видимых дефектов, которые могут повлиять на работоспособность;
- наличие маркировки и пломбы;
- наличие руководства по эксплуатации;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке радиометра (при периодической поверке).

7.2. Опробование

Опробование радиометра провести в соответствии с руководством по эксплуатации. Включить радиометр, после установления рабочего режима убедиться, что в процессе измерений на экране отображается показание значения активности.

В противном случае радиометр бракуется.

7.3. Определение основной относительной погрешности измерений активности

Определение основной относительной погрешности измерений активности провести одним из методов.

7.3.1. Поверка с применением эталонного радиометра.

Для проведения проверки необходимо выполнить следующие операции:

- подготовить эталонное и поверяемое средство измерений к проведению измерений в соответствии с эксплуатационной документацией;
- провести наработку радионуклида с применением генератора нуклидов;
- установить штатный держатель без источника излучения;
- провести измерения фоновых значений в отсутствие источников излучения, количество измерений не менее 5;
- вычислить среднее арифметическое значение фоновых измерений по формуле (1):

$$A_{фон} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_{фон}^i}{n} \quad (1)$$

- установить источник излучения (шприц, флакон) с радионуклидом в штатный держатель;

- вычислить среднее арифметическое значение фоновых измерений по формуле (1):

$$A_{фон} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_{фон}^i}{n} \quad (1)$$

- установить источник излучения (шприц, флакон) с радионуклидом в штатный держатель;

- провести измерения активности соответствующих радионуклидов чередуя измерения.

Количество измерений для эталонного и поверяемого средства измерений не менее 10;

- вычислить среднее арифметическое значение активности за вычетом фона и относительное среднеквадратическое отклонение (СКО) результатов измерений:

для поверяемого радиометра

$$A_{нов} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_i}{n} \quad S(A_{нов}) = \frac{1}{A_{нов}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (A_i - A_{нов})^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

для эталонного радиометра

$$A_{эт} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_i}{n} \quad S(A_{эт}) = \frac{1}{A_{эт}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (A_i - A_{эт})^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

где - $A_{нов}$ и $A_{эт}$ – показания измеренной активности поверяемого и эталонного радиометра соответственно за вычетом фоновых значений;

- n – количество наблюдений.

Примечание: для ряда наблюдений ($n=10$; $P=0,95$) при проведении поверки радиометра значения $2S(A_{эт})$ и $2S(A_{нов})$ не должны превышать значения 0,015. Если это условие не выполняется, то необходимо увеличить количество наблюдений n .

Относительную погрешность измерений активности рассчитать по формуле (4):

$$\delta = \frac{A_c - A_0}{A_0} \cdot 100\% \quad (4)$$

где: A_0 - среднее арифметическое значение показаний активности эталонного радиометра, МБк;

A_c - среднее арифметическое значение показаний активности поверяемого радиометра, МБк.

7.3.1.2 Поверка с применением эталонной спектрометрической установки в соответствии с ГОСТ 8.033-96.

Для проведения проверки необходимо выполнить следующие операции:

- подготовить эталонное и поверяемое средство измерений к проведению измерений в соответствии с эксплуатационной документацией;

- провести наработку радионуклида с применением генератора нуклидов;

- установить штатный держатель без источника излучения;

- провести измерения фоновых значений в отсутствие источников излучения. Количество измерений не менее 5;
- вычислить среднее арифметическое значение фоновых измерений по формуле (1);
- установить источник излучения (шприц, флакон) с радионуклидом в штатный держатель;
- провести измерения активности соответствующих радионуклидов чередуя измерения. Количество измерений должно быть не менее 10;
- вычислить среднее арифметическое значение активности за вычетом фона и относительное СКО результатов измерений по формуле (2);
- провести измерения источника излучения (шприц, флакон) на эталонной спектрометрической установке;
- вычислить среднее арифметическое значение активности за вычетом фона и относительное СКО результатов измерений по формуле (3);
- относительную погрешность измерений активности рассчитать по формуле (4).

7.3.2 Рассчитать максимальное значение доверительных границ допускаемой относительной погрешности $\Delta\delta$, %, с доверительной вероятностью 0,95 по формуле (5):

$$\Delta\delta = |\delta| + 2\sqrt{S(A_{эм})^2 + S(A_{нов})^2} + \frac{1}{3}\delta_o^2 \quad (5)$$

где: δ_o , % – относительная погрешность эталонного средства измерений, согласно свидетельству о поверке;

δ , % – значение относительной погрешности измерений, рассчитанное по формуле (4).

Примечание - Если при проведении поверки используется радионуклид с периодом полураспада, требующим коррекции на распад во время проведения поверки, $A_{пов}$ и $A_{эт}$ должны быть приведены к одному времени. Коррекция проводится на каждое измерение по формуле (6):

$$A_{пов,эм} = A_{пов,эм}^{t_1} \times e^{-\lambda(t_1-t_2)} \quad (6)$$

где: t_1 – время окончания 1-го измерения;

t_2 - время окончания каждого последующего соответствующего измерения;

λ - постоянная распада.

Провести измерения по п. 7.3.1 для источников на основе каждого из нуклидов ^{99m}Tc ; ^{131}I , ^{18}F , ^{89}Sr или одного из них (по письменному требованию эксплуатирующей организации).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения δ находятся в пределах:

при измерениях активности нуклида ^{99m}Tc , %:

- | | |
|---|----------|
| - для модификаций с ИК ВИК-202 от $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^6$ Бк | ± 10 |
| от $1,0 \cdot 10^6$ до $2,0 \cdot 10^{11}$ Бк | ± 5 |
| - для модификаций с ИК ВИК-203 от $1,0 \cdot 10^6$ до $1,0 \cdot 10^7$ Бк | ± 10 |
| от $1,0 \cdot 10^7$ до $2,0 \cdot 10^{12}$ Бк | ± 5 |

при измерениях активности нуклида ^{131}I , %:

- для модификаций с ИК ВИК-202 от $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^6$ Бк ±10
от $1,0 \cdot 10^6$ до $1,5 \cdot 10^{11}$ Бк ±5
 - для модификаций с ИК ВИК-203 от $1,0 \cdot 10^6$ до $1,0 \cdot 10^7$ Бк ±10
от $1,0 \cdot 10^7$ до $1,5 \cdot 10^{12}$ Бк ±5
- при измерениях активности нуклида ^{18}F , %:
- для модификаций с ИК ВИК-202 от $1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^6$ Бк ±10
от $1,0 \cdot 10^6$ до $7,4 \cdot 10^{10}$ Бк ±5
 - для модификаций с ИК ВИК-203 от $1,0 \cdot 10^6$ до $1,0 \cdot 10^7$ Бк ±10
от $1,0 \cdot 10^7$ до $7,4 \cdot 10^{11}$ Бк ±5
- при измерениях активности нуклида ^{89}Sr , %:
- для модификаций с ИК ВИК-202 от $1,0 \cdot 10^7$ до $1,0 \cdot 10^8$ Бк ±15
от $1,0 \cdot 10^8$ до $2,0 \cdot 10^{11}$ Бк ±8
 - для модификаций с ИК ВИК-203 от $1,0 \cdot 10^8$ до $1,0 \cdot 10^9$ Бк ±15
от $1,0 \cdot 10^9$ до $2,0 \cdot 10^{12}$ Бк ±8

В противном случае радиометр направляется в ремонт.

7.4. Определение системной линейности активности.

Для проведения проверки необходимо выполнить следующие операции:

- установить источник на основе одного из нуклидов $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{131}I , ^{18}F , ^{89}Sr , значение активности $A \sim 1,8 \cdot 10^{12}$ Бк в оболочку ячейки используя держатель образца в соответствии с п. 3.2.3 Руководства по эксплуатации;
- провести измерения в соответствии с п. 3.2.3.2.1 Руководства по эксплуатации. Количество наблюдений должно быть не менее 10;
- определить исходное значение активности источника $A'_{исх}$ как среднее арифметическое значение для полученного ряда результатов наблюдений по формуле (1);
- рассчитать относительное СКО для $A'_{исх}$ по формуле (2);

Примечания:

1. $S(A'_{исх})$ не должно превышать значения 0,015. Если это условие не выполняется, необходимо увеличить количество наблюдений n ;
 2. Время измерения дозкалибратора (1-10 с) существенно меньше периода полураспада радионуклида применяемых нуклидов. Коррекция на время измерения равное 10 с не учитывать.
- вычислить отношение K_i по формуле (7):

$$K_i = \frac{A_{исх}^{изм}}{A_{исх}^{расч}} \quad (7)$$

где:

$A_{исх}^{изм}$ – измеренное значение активности, Бк;

$A_{исх}^{расч}$ – расчетное значение активности (с учетом периода полураспада нуклида), Бк.

- рассчитать относительное СКО для ряда результатов отношения K (системную линейность); по формуле (8):

$$S(K_{cp}^1) = \frac{1}{K_{cp}^1} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (K_i^1 - K_{cp}^1)^2}{n-1}} \quad (8)$$

Результаты поверки считать положительными, если выполняется условие $S(K) \leq 0,010$, т.е. системная линейность активности в диапазоне активности от $1,0 \cdot 10^6$ до $2,0 \cdot 10^{11}$ Бк находится в пределах $\pm 1\%$.

В противном случае радиометр направляется в ремонт.

8. Идентификация программного обеспечения (ПО)

ПО идентифицируется в режиме администратора (с вводом защищенного пароля) при нажатии кнопки меню «Show parameters». На дисплее кратковременно отображается номер версии ПО. Производителем не предусмотрен иной способ идентификации ПО.

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3– Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	встроенное ПО		прикладное ПО	
Идентификационное наименование ПО	VDC-505, VDC-505XR	VDC-603, VDC-603XR	VDC-606	VDC-IBC, VDC-IBCXR
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v1.07 ¹⁾	v1.01 ¹⁾	v1.01 ¹⁾	v1.21 ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-	-	b4f8dc319e56c73f5 ab82291be4094ca ²⁾	52036429773673053 205fe74eb488d3b ²⁾

¹⁾ Номер версии не ниже указанного в таблице 3
²⁾ Контрольная сумма файла относится к текущей версии ПО

В противном случае радиометр направляется в ремонт.

9. Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке по установленной форме.

При отрицательных результатах поверки радиометры к применению запрещаются и на них выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Знак поверки размещается на свидетельство о поверки в виде наклейки или оттиска повелительного клейма.

Начальник НИО-4
 ФГУП «ВНИИФТРИ»
 Старший научный сотрудник
 НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.И. Коваленко



Т.П. Берлянд