

УТВЕРЖДАЮ

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


« 26 » 03 2018 г. А.И. Шарунов



Дозкалибратор АТОMLAB 500+

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-17-031 МП

1 Общие положения

Поверку дозкалибратора АТОMLAB 500+ (далее – дозкалибратора), изготовленного фирмой «BIODEX Medical Systems Inc.», США (блок управления зав. № 15040465, детектор зав. № 96276031), 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 приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815.

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

Периодическая поверка производится при эксплуатации дозкалибраторов.

Интервал между поверками составляет один год.

2 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверок

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

3 Средства поверки

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

Таблица 2 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номера пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3 - 7.4	- Радиометры РИС-А1-Э «Дозкалибратор» (Рег. № в ФИФ 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 $1,85 \cdot 10^{10}$; - Спектрометрические установки в соответствии с ГОСТ 8.033-96. Интегральная нелинейность не более 0,05 %, основная относительная погрешность измерений активности $\pm 4,0$ %; - Растворы радионуклидов ^{99m}Tc , ^{131}I , ^{18}F , ^{89}Sr , ^{131}Cs ; ^{177}Lu (по ГОСТ 8.033-96). Активность в диапазоне 10^7 - 10^{12} Бк.
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 (Рег. № в ФИФ 5738-76). Диапазон измерений абсолютного давления от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой основной 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 $\pm 5\%$.
5	Дозиметр-радиометр ДКС-96 с БДКС-966 (Рег. № в ФИФ 16369-11). Мощность амбиентного эквивалента дозы в диапазоне $0,1 \text{ мкЗв} \cdot \text{ч}^{-1} \div 1 \text{ Зв} \cdot \text{ч}^{-1}$, пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm (15 + 6/\text{H}) \%$, где Н – безразмерная величина, численно равная измеренному значению МАЭД в $\text{мкЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$

Примечания:

- 1) Допускается применение других средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.
- 2) Используемые эталонные средства измерений должны иметь действующие поверительные клейма или свидетельства о поверке.
- 3) Допускается проведение поверки на меньшем диапазоне измерений, для одного или нескольких радионуклидов из списка: ^{131}Cs , ^{177}Lu , с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

4 Требования по безопасности и квалификации поверителей

4.1 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.

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

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- мощность амбиентного эквивалента дозы фонового излучения не должна превышать, мкЗв/ч 0,25
- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, % 60 ± 15
- атмосферное давление, кПа 101,3 ± 4
- напряжение и частота питающей сети, В от 187 до 242
- частота, Гц от 47 до 53

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

6.1 Дозкалибратор подготовить к работе в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации.

6.2 Провести измерения температуры, относительной влажности, давления окружающего воздуха и уровня внешнего гамма-фона в месте расположения дозкалибратора. 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 проверке дозкалибратора (при периодической проверке).

7.2 Опробование

Опробование дозкалибратора провести в соответствии с руководством по эксплуатации: включить дозкалибратор, после установления рабочего режима убедиться, что в процессе измерений на экране отображается показание значения активности.

7.3 Определение относительной погрешности измерений активности

7.3.1 Определение относительной погрешности измерений активности должно быть проведено одним из следующих методов: поверка с применением эталонного дозкалибратора, поверка с применением эталонной спектрометрической установки в соответствии с ГОСТ 8.033-96.

7.3.1.1 Поверка с применением эталонного дозкалибратора

Для проведения проверки необходимо выполнить следующие операции:

- подготовить эталонный и поверяемый дозкалибратор к проведению измерений в соответствии с технической документацией;
- провести наработку радионуклида с применением генератора нуклидов;
- установить штатный держатель без источника излучения;
- провести измерения фоновых значений эталонным и поверяемым дозкалибратором в отсутствие источников излучения. Количество измерений не менее 5.
- вычислить среднее значение фоновых измерений для поверяемого и эталонного дозкалибратора по формуле (1):

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

где $A_{\text{фон}}^i$ – фоновые показания дозкалибратора в i -том наблюдении, Бк;

n – количество наблюдений.

- установить источник излучения (флакон) с радионуклидом в штатный держатель;
 - провести измерения активности радионуклидов эталонным и поверяемым дозкалибратором чередуя измерения. Количество измерений для эталонного и поверяемого дозкалибратора не менее 10;
 - вычислить среднее значение активности за вычетом фона и относительное СКО результатов измерений по формулам (2), (3), (4), (5):
- для поверяемого дозкалибратора

$$A_{нов} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_{нов}^i}{n}, \quad (2)$$

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

где $A_{нов}^i$ – показания поверяемого дозкалибратора (за вычетом фона) в i -том наблюдении, Бк;
для эталонного дозкалибратора

$$A_{э\text{т}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_{э\text{т}}^i}{n}, \quad (4)$$

$$S(A_{э\text{т}}) = \frac{1}{A_{э\text{т}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (A_{э\text{т}}^i - A_{э\text{т}})^2}{n-1}}, \quad (5)$$

где: $A_{э\text{т}}^i$ – показания эталонного дозкалибратора (за вычетом фона) в i -том наблюдении, Бк;

$A_{нов}$ и $A_{э\text{т}}$ – идентичные показания измеренной активности поверяемого и эталонного дозкалибратора соответственно за вычетом фоновых значений.

Примечание: $S(A_{э\text{т}})$ и $S(A_{нов})$ для ряда наблюдений ($n=10$; $P=0,95$) при проведении проверки дозкалибратора не должно превышать значения 0,015. Если это условие не удовлетворяется, необходимо увеличить количество наблюдений n .

Относительную погрешность измерений активности рассчитать по формуле (6):

$$\delta_{изм} = \frac{A_{нов} - A_{э\text{т}}}{A_{э\text{т}}} \cdot 100\%. \quad (6)$$

7.3.1.2 Проверка 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 (СИ) к проведению измерений в соответствии с технической документацией;
- провести наработку радионуклида с применением генератора нуклидов;
- установить штатный держатель без источника излучения;
- провести измерения фоновых значений эталонным и поверяемым СИ в отсутствие источников излучения. Количество измерений не менее 5;
- вычислить среднее значение фоновых измерений эталонного и поверяемого СИ по формуле (1).
- установить источник излучения (флакон) с радионуклидом в штатный держатель поверяемого дозкалибратора;

- провести измерения активности соответствующих радионуклидов. Количество измерений должно быть не менее 10;
- вычислить среднее значение активности за вычетом фона и относительное СКО результатов измерений по формулам (2), (3);
- провести измерения источника излучения (флакон) на эталонной спектрометрической установке.
- относительную погрешность измерений активности рассчитать по формуле (6).

7.3.2 Рассчитать значения доверительных границ относительной погрешности δ , %, с доверительной вероятностью 0,95 по формуле (7):

$$\delta = |\delta_{\text{изм}}| + 2 \cdot \sqrt{(\delta_0^2)/3 + S(A_{\text{нов}})^2}, \quad (7)$$

где: δ_0 – относительная погрешность эталонного значения активности источника (по результатам измерений на эталонном комплексе), %;

Примечание. Если при проведении поверки используется радионуклид с периодом полураспада, требующим коррекции на распад во время проведения поверки, то $A_{\text{нов}}$ и $A_{\text{эт}}$ должны быть приведены к одному времени. Коррекция проводится на каждое измерение по формуле (8):

$$A_{\text{нов,эт}} = A_{\text{нов,эт}}^{t_1} \cdot e^{-\lambda(t_1-t_2)} \quad (8)$$

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 ^{131}Cs , ^{177}Lu , или одного из них (по письменному требованию эксплуатирующей организации).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения δ находятся в пределах ± 5 %.

7.4 Определение системной линейности.

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 , ^{131}Cs , ^{177}Lu (или любых других нуклидов, не приведенных в перечне), активностью от $3 \cdot 10^7$ Бк до $2 \cdot 10^{12}$ Бк;
- устанавливая поочередно источники в измерительную камеру, используя держатель образца;
- дозкалибратором провести измерения. Количество наблюдений должно быть не менее 10;
- определить исходное значение активности источника $A_{\text{исх}}$ (за вычетом фона) как среднее арифметическое значение для полученного ряда результатов наблюдений по формуле (1).
- рассчитать относительное СКО для $A_{\text{исх}}$ по формуле (3).

Примечание:

1 $S(A_{исх})$ не должно превышать значения 0,015. Если это условие не удовлетворяется, необходимо увеличить количество наблюдений n .

2 Коррекция на время измерения не учитывается, так как время измерения дозкалибратора (1 - 3 с) существенно меньше периода полураспада применяемых радионуклидов.

- вычислить отношение K_i по формуле (9):

$$K_i = \frac{A_i}{A_i^{расч}} \quad (9)$$

где: A_i – показания дозкалибратора (за вычетом фона) в i -том наблюдении, Бк;

$A_i^{расч}$ – расчетное значение активности (с учетом периода полураспада радионуклида), Бк.

- рассчитать относительное СКО для ряда результатов отношения K_i по формулам (10) и (11):

$$K_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} K_i}{n}, \quad (10)$$

$$S(K_{cp}) = \frac{1}{K_{cp}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (K_i - K_{cp})^2}{n-1}}. \quad (11)$$

Результаты поверки считать положительными, если выполняется условие: $S(K) \leq 0,020$, т.е. системная линейность активности диапазоне $3 \cdot 10^7$ Бк до $2 \cdot 10^{12}$ Бк находится в пределах $\pm 2\%$.

8 Проверка соответствия программного обеспечения (ПО)

ПО можно идентифицировать, используя функциональные клавиши, по следующему пути: «Main menu» → «Utilities» → «System Maintenance» → «Detector Status». На дисплее отобразится идентификационное наименование и 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 программного обеспечения

Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения
Atomlab 500 firmware	DisplayModule Firmware version 1.33 PC104 Firmware version 1.01 Dose calibrator Firmware version 1.00.03/1.00.02

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительные результаты поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке по форме, установленной в приказе Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г № 1815.

9.2 Отрицательные результаты поверки оформляют выдачей извещения о непригодности, в установленной в приказе Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г № 1815 форме, с указанием причин непригодности.

9.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска повелительного клейма.

Заместитель начальника НИО-4
по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.И. Коваленко

Старший научный сотрудник
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.А. Зотова