

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора –

Заместитель по научной работе
ФЕУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов



М.П.

«10» августа 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры многоканальные клинические МКД-04

Методика поверки

ВШЛК.418263.001МП

р.п. Менделеево

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки дозиметров многоканальных клинических МКД-04 (далее по тексту – дозиметры), используемых в качестве рабочего средства измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы, эквивалента дозы и мощности эквивалента дозы фотонного и электронного излучений, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы протонного излучения, утвержденной приказом Росстандарта № 2359 от 26.09.2022.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений мощности поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co , мГр/мин	от 10 до $5 \cdot 10^3$
Диапазон измерений поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co , Гр	от 0,01 до $1 \cdot 10^3$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений мощности поглощенной дозы в воде и поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co , %	$\pm 4,0$

1.3 Дозиметры подлежат первичной поверке при выпуске из производства или после ремонта, если ремонт мог повлиять на метрологические характеристики дозиметров. В процессе эксплуатации дозиметры подвергаются периодической поверке.

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках представленной методики поверки обеспечивается прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы фотонного, электронного и протонного излучений ГЭТ 38-2021 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы, эквивалента дозы и мощности эквивалента дозы фотонного и электронного излучений, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы протонного излучения, утвержденной приказом Росстандарта № 2359 от 26.09.2022.

При определении метрологических характеристик поверяемых дозиметров используется метод прямых измерений.

Возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена.

2 Перечень операций поверки дозиметров

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер (раздела) пункта методики поверки в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
- проверка диапазона измерений мощности поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co . Проверка диапазона измерений поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co .	Да	Да	10.1
- определение основной относительной погрешности измерений мощности поглощенной дозы в воде и поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co .	Да	Да	10.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.2

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка должна проводиться при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха, °Сот плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПаот 86,0 до 106,7;
- естественный радиационный фон, мкЗв·ч⁻¹, не более0,20.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверку могут выполнять специалисты, имеющие необходимую квалификацию в области ядерной физики, методов регистрации ионизирующего излучения, метрологического обеспечения средств измерений ионизирующих излучений и изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое оборудование и средства поверки.

4.2 Специалисты должны знать требования «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» (СП 2.6.1.2612-10) и быть допущенными к работе с источниками ионизирующих излучений в качестве персонала (группа А).

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п.3 Требования к условиям проведения поверки</p>	<p>Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с погрешностью ± 2 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ кПа;</p> <p>Средства измерений мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения в диапазоне измерений от 0,1 мкЗв·ч⁻¹ до 2 мЗв·ч⁻¹ с относительной погрешностью ± 20 %</p> <p>Средство измерений интервалов времени от 0 до 9 ч 59 мин 59,99, погрешности измерения в режиме секундомера в нормальных условиях эксплуатации от +20 до +30 °С $\pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$</p>	<p>Термогигрометры автономные ИВА-6 рег. № 82393-21</p> <p>Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1123 рег. № 19793-19</p> <p>Секундомер электронный Интеграл С-01 рег. № 44154-16</p>

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологически м требованиям.</p>	<p>Эталонные дозиметрические установки с радионуклидными источниками с типовыми коллиматорами – вторичные эталоны по государственной поверочной схеме для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы, эквивалента дозы и мощности эквивалента дозы фотонного и электронного излучений, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы протонного излучения, утвержденной приказом Росстандарта № 2359 от 26.09.2022, Мощность поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co от 10 до $5 \cdot 10^3$ мГр/мин, поглощенная доза в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co от 0,01 до $1 \cdot 10^3$ Гр. Суммарное СКО не более 0,8 %</p>	<p>Государственный вторичный эталон единиц мощности поглощенной дозы в диапазоне от $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^6$ Гр/ч, поглощенной дозы в диапазоне от $2 \cdot 10^{-5}$ до 10^8 Гр, мощности эквивалента дозы в диапазоне от $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^6$ Зв/ч, эквивалента дозы в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10^8 Зв фотонного излучения 2.1.ZZT.0410.2023 (далее – вторичный эталон)</p>
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другие вспомогательные средства</p>		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться 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)».

6.2 Поверители должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в «Правилах по охране труда при эксплуатации электродозиметров», а также приведенными в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемые средства измерений.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие эксплуатационной документации;
- достаточность комплектации дозиметра для проведения поверки;
- отсутствие на оборудовании загрязнений и механических повреждений, влияющих на его работу;
- наличие маркировки (тип и заводской номер);
- отсутствие следов несанкционированного вскрытия поверяемого средства измерений.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если: средство измерений поступило в поверку в комплекте с эксплуатационной документацией, комплектация достаточна

для проведения поверки, отсутствуют дефекты, влияющие на работу оборудования, имеется необходимая маркировка, отсутствуют следы несанкционированного вскрытия.

7.2 При обнаружении несоответствий согласно п.7.1 поверка прекращается.

8 Подготовка к поверке и опробование

8.1 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с технической документацией на используемые средства поверки.

8.2 Подготовить дозиметр к работе и проверить работоспособность в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты опробования считаются положительными, если в процессе проверки работоспособности отсутствуют сообщения о неисправности.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 В соответствии с РЭ на дозиметры многоканальные клинические МКД-04:

- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО;
- определить цифровой идентификатор ПО (контрольную сумму исполняемого кода).

9.2 Результаты операции поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	«Медицинский дозиметр»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0.X
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого модуля)	9476E0BE
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32
Примечания. 1) X - метрологически незначимая часть. 2) Контрольная сумма файла относится к версии программного обеспечения 1.0.0.11.	

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

10.1 Проверка диапазона измерений мощности поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co . Проверка диапазона измерений поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co . Определение относительной погрешности измерений мощности поглощенной дозы в воде и поглощенной дозы в воде для энергии излучения радионуклида ^{60}Co .

Диапазоны измерений мощности поглощенной дозы в воде и поглощенной дозы в воде проверяются методом прямых измерений с последующим сравнением результатов измерений с эталонными значениями.

Расположить блок детектирования (БД) на гамма-установке таким образом, чтобы точка геометрического центра БД находилась на оси коллимированного излучения.

Облучить БД в поле гамма-излучения Co-60 в точках, равномерно распределенных в диапазоне измерений МКД-04:

- мощность поглощенной дозы $2 \cdot 10^1$; $8 \cdot 10^1$; $2 \cdot 10^2$; $5 \cdot 10^2$; $1 \cdot 10^3$; $3 \cdot 10^3$ мГр/мин;

- поглощенная доза $5 \cdot 10^{-2}$; $5 \cdot 10^{-1}$; $5 \cdot 10^0$; $1 \cdot 10^1$; $5 \cdot 10^2$; $1 \cdot 10^3$ Гр.

В каждой точке диапазона измерений провести 20 наблюдений.

Вычислить средние значения мощности поглощенной дозы в воде \bar{D} , поглощенной дозы в воде \bar{D} и их относительные среднеквадратические отклонения σ_{MD} и σ_D :

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n \dot{D}_i / n \quad \bar{D} = \sum_{i=1}^n D_i / n \quad (1)$$

$$\sigma_{MD} = \frac{1}{\bar{D}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\dot{D}_i - \bar{D})^2}{n-1}} \quad \sigma_D = \frac{1}{\bar{D}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} \quad (2)$$

где \dot{D}_i и D_i – измеренные значения мощности поглощенной дозы и поглощенной дозы;
 n – число наблюдений.

Рассчитать оценку систематической составляющей относительной погрешности измерений по формулам

$$\theta_{MD} = \frac{\bar{D} - \dot{D}_{эт}}{\dot{D}_{эт}} \cdot 100 \% ; \quad \theta_D = \frac{\bar{D} - D_{эт}}{D_{эт}} \cdot 100 \% ; \quad (3)$$

где $\dot{D}_{эт}$ и $D_{эт}$ – эталонные значения мощности поглощенной дозы в воде, поглощенной дозы в воде.

Примечание. Относительная погрешность определения времени облучения составляет менее 0,02 % и при определении доверительных границ относительной погрешности измерений поглощенной дозы ею можно пренебречь.

Вычислить доверительные границы относительной погрешности измерений по формулам:

$$\delta_{MD} = 2 \cdot \sqrt{\theta_{MD}^2 + \sigma_{MD}^2 + S_S^2} \quad \delta_D = 2 \cdot \sqrt{\theta_D^2 + \sigma_D^2 + S_S^2} \quad (4)$$

где S_S – значения относительного суммарного СКО S_S эталонного значения мощности поглощенной дозы в воде и поглощенной дозы в воде соответственно.

Измерения повторить для всех точек в соответствии с п. 10.1.

Результаты операции поверки считать положительными, если доверительные границы относительной погрешности измерений находятся в пределах основной относительной погрешности измеряемых величин дозиметров.

10.2 Подтверждение соответствия дозиметров метрологическим требованиям.

В процессе выполнения поверки специалист производит расчет доверительных границ относительной погрешности измерений в соответствии с формулами, приведенными в настоящей методике.

Результаты поверки считаются положительными, если полученные (расчетные) значения доверительных границ относительной погрешности измерений находятся в пределах основной относительной погрешности измеряемых величин дозиметров, указанных в таблице 1.

Результаты считаются отрицательными, если полученные (расчетные) значения доверительных границ относительной погрешности измерений выходят за пределы основной относительной погрешности измеряемых величин дозиметров, указанных в таблице 1.

11 Оформление результатов поверки

11.1 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.2 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.


11.3 Нанесение знака поверки на дозиметры не предусмотрено.

11.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

11.5 Сведения о результатах проведенной поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

И.о. начальника НИО-4
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаб. 410
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.И. Коваленко



А.В. Берлянд