

СОГЛАСОВАНО
Директор ООО «Радметрон»



В.Г. Храмцов
2023

УТВЕРЖДАЮ



Начальник научно-исследовательского
центра испытаний средств измерений
и тестов БелГИМ

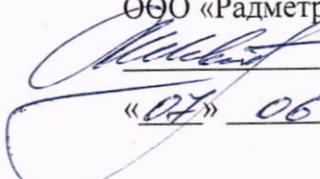
Ю.В. Козак
2023

Система обеспечения единства средств измерений Республики Беларусь

**ДОЗИМЕТРЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РЕНТГЕНОВСКОГО
И ГАММА- ИЗЛУЧЕНИЙ ДКГ-PM1611**
Методика поверки
МРБ МП.3621-2023

Листов 13

Разработчик:
Инженер по метрологии
ООО «Радметрон»


М.А. Левин
«07» 06 2023

Верно:
ООО «Радметрон»
Инженер по метрологии

В.В. Глазко
15.09.2023

Минск, 2023

Содержание

1 Нормативные ссылки	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей	4
5 Требования безопасности	4
6 Условия поверки.....	5
7 Подготовка к поверке.....	5
8 Проведение поверки.....	5
9 Оформление результатов поверки	9
Приложение А (обязательное) Обязательные метрологические требования.....	10
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки	11
Библиография.....	13

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на дозиметры индивидуальные рентгеновского и гамма- излучений ДКГ-PM1611 (далее – дозиметры) и устанавливает методы и средства первичной и последующих поверок.

Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями [1], СТБ 8065.

Обязательные метрологические требования, предъявляемые к дозиметрам, приведены в приложении А.

1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

СТБ 8065-2016 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Дозиметры и измерители мощности дозы фотонного излучения. Методика поверки;

ГОСТ 8.087-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Установки дозиметрические рентгеновского и гамма-излучений эталонные. Методика поверки по мощности экспозиционной дозы и мощности кермы в воздухе.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда ТНПА в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	8.3	Да	Да
3.1 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении мощности индивидуального эквивалента дозы $\dot{H}_p(10)$ непрерывного фотонного излучения	8.3.1	Да	Да
3.2 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ непрерывного фотонного излучения	8.3.2	Да	Да
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, поверку прекращают.			

3 Средства поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА
8.3.1, 8.3.2	Эталонная поверочная дозиметрическая установка по ГОСТ 8.087, [2] с набором источников ^{137}Cs , диапазон воспроизведения МЭД от 0,1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч, доверительные границы относительной погрешности $\pm 5,0\%$
6.1	Термогигрометр, диапазон измерения относительной влажности от 0 % до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении относительной влажности $\pm 3\%$, диапазон измерения температуры от 0 °С до 50 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры $\pm 0,5\text{ °С}$
6.1	Барометр, цена деления 1 кПа, диапазон измерения атмосферного давления от 60 до 120 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2\text{ кПа}$.
6.1	Дозиметр гамма-излучения ДКГ-РМ1211, диапазон измерения мощности амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-фона от 0,1 мкЗв/ч до 100 мЗв/ч. Пределы допускаемой основной относительной погрешности $\pm 20\%$
8.3.1, 8.3.2	Фантом водный*, размеры 30×30×15 см
8.3.1, 8.3.2	Секундомер, цена деления 0,1 с
* Допускается использовать плоскопараллельный фантом из полиметилметакрилата размерами 30×30×15 см (далее – фантом).	
Примечания	
1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.	
2 Все средства измерений должны иметь действующие знаки поверки и (или) свидетельства о поверке.	

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с [3], [4], [5].

5.2 Процесс поверки должен быть отнесен к работе с вредными условиями труда.

6 Условия поверки

- 6.1 При поверке дозиметров соблюдают следующие условия:
- | | |
|---|----------------------|
| - температура окружающего воздуха | от 15 °С до 25 °С |
| - относительная влажность окружающего воздуха | от 30 % до 80 % |
| - атмосферное давление | от 86,0 до 106,7 кПа |
| - внешнее фоновое гамма- излучение | не более 0,2 мкЗв/ч |

7 Подготовка к поверке

7.1 Поверка дозиметров осуществляется при питании их от полностью заряженного встроенного элемента питания.

7.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- изучают [5];
- проверку наличия средств поверки в соответствии с таблицей 2 настоящей МП и соответствия их метрологических характеристик требуемым значениям;
- проверку наличия действующих свидетельств о поверке (калибровке) на средства поверки или знаков поверки (калибровки), подтверждающих прохождение метрологической оценки в органах государственной метрологической службы;
- установку вспомогательных средств поверки, позволяющих в процессе поверки контролировать изменения влияющих факторов (температуру окружающего воздуха, относительную влажность воздуха, атмосферное давление);
- проверку соблюдения условий по разделу 6 настоящей МП;
- подготовку и проверку работоспособности средств поверки согласно эксплуатационной документации на них.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие дозиметров следующим требованиям:

- соответствие комплектности поверяемых дозиметров требованиям [5], [6];
- при последующей поверке наличие в [6] отметки о первичной поверке или свидетельства о последней поверке;
- наличие четких маркировочных надписей на дозиметрах;
- отсутствие загрязнений, механических повреждений, влияющих на работу дозиметров.

8.1.2 Дозиметр должен соответствовать всем требованиям 8.1.1. Результаты внешнего осмотра заносят в протокол поверки по форме приложения Б.

8.2 Опробование

8.2.1 При проведении опробования необходимо провести:

- проверку функционирования дозиметров;
- идентификацию программного обеспечения (далее – ПО).

8.2.2 Проверку функционирования поверяемых дозиметров проводят в соответствии с разделом «Контроль работоспособности» [5].

8.2.3 Проверку соответствия требованиям ПО дозиметров проводят путем идентификации ПО и проверки защиты ПО от несанкционированного доступа во избежание искажения результатов измерений.

Идентификацию встроенного ПО, запись которого осуществляется в процессе производства и доступ к которому невозможен, осуществляют проверкой отсутствия сообщений об ошибках при тестировании дозиметров, целостностью пломбы на дозиметрах и соответствия версии встроенного ПО, индицируемого при тестировании дозиметров номеру версии, записанной в разделе «Свидетельство о приемке» [6].

Идентификацию прикладного ПО осуществляют сравнением номера версии и значений контрольной суммы, полученных при поверке в режиме связи с персональным компьютером (далее – ПК), с указанными в разделе «Свидетельство о приемке» [6] и таблице 3 настоящей МП. Расчет контрольной суммы проводится по методу MD5 стандартными средствами, например, Total Commander, Double Commander.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО дозиметров

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Встроенное ПО	
Идентификационное наименование ПО	ТИГР.00093.00.02
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v 0.X*
Прикладное ПО («Personal Dose Tracker (MySQL)»)	
Идентификационное наименование ПО	ТИГР.00093.00.00-01
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v 4.X.Y.Z *
* X, Y, Z – составная часть номера версии ПО (метрологически незначимая изменяемая часть). X может принимать значение в диапазоне от 0 до 99; Y может принимать значение в диапазоне от 0 до 99; Z может принимать значение в диапазоне от 0 до 99999. Текущий номер версии встроенного ПО и прикладного ПО и контрольная сумма прикладного ПО приведены в разделе «Свидетельство о приемке» [6].	

8.2.4 Результаты опробования считают положительными, если после тестирования и калибровки, отсутствуют сообщения об ошибках и идентификационные данные ПО соответствуют указанным в разделе «Свидетельство о приемке» [6] и таблице 3.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении мощности индивидуального эквивалента дозы $\dot{H}_p(10)$ непрерывного фотонного излучения.

При определении основной относительной погрешности дозиметров при измерении мощности индивидуального эквивалента дозы $\dot{H}_p(10)$ (далее – МЭД) непрерывного фотонного излучения выполняют следующие операции:

8.3.1.1 Включают дозиметры и согласно 2.2.3 [5] устанавливают максимальные значения порогов по МЭД.

8.3.1.2 Устанавливают дозиметры на фантоме так, чтобы их тыльная сторона была обращена к фантому. Устанавливают дозиметры с фантомом на поверочную дозиметрическую установку с источником гамма-излучения ^{137}Cs так, чтобы передняя панель дозиметров была обращена к источнику излучения и ось потока излучения проходила через геометрический центр детектора (рисунок 1), а фантом полностью находился в пучке излучения. Геометрический центр детектора указан в [5].

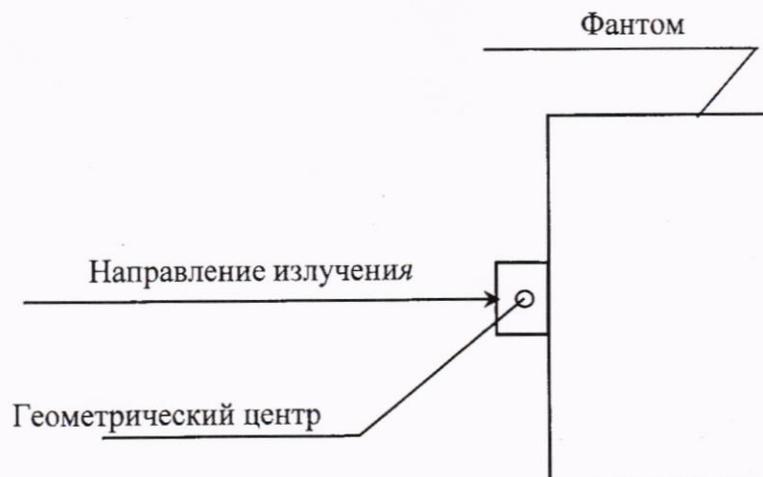


Рисунок 1 – Способ установки дозиметров с фантомом на поверочную дозиметрическую установку

8.3.1.3 Не менее чем через 600 с после размещения на поверочной дозиметрической установке и с интервалом не менее 150 с снимают пять показаний МЭД внешнего фона гамма-излучения (далее – гамма-фона) и рассчитывают среднее значение МЭД гамма-фона \bar{H}_ϕ , мкЗв/ч, по формуле

$$\bar{H}_\phi = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \dot{H}_{\phi i}, \quad (1)$$

где $\dot{H}_{\phi i}$ – i -ое показание дозиметров при измерении МЭД гамма-фона, мкЗв/ч.

8.3.1.4 Последовательно устанавливают дозиметры на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с точками поверки, в которых эталонное значение МЭД \dot{H}_{0j} равно 8,0; 80; 800 мкЗв/ч, 8,0; 80; 800 мЗв/ч; 8,0 Зв/ч. Подвергают дозиметры облучению в каждой точке.

8.3.1.5 Не менее чем через 600 с после начала облучения и с интервалом не менее 120 с снимают пять показаний МЭД в точке поверки 8,0 мкЗв/ч. Не менее чем через 300 с после начала облучения и с интервалом не менее 30 с снимают пять результатов измерений МЭД в точке поверки 80 мкЗв/ч. Не менее чем через 180 с после начала облучения и с интервалом не менее 10 с снимают пять показаний МЭД в точках поверки 800 мкЗв/ч, 8,0; 80; 800 мЗв/ч, 8,0 Зв/ч. Рассчитывают среднее значение МЭД \bar{H}_j , мЗв/ч, по формуле

$$\bar{H}_j = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \dot{H}_{ij}, \quad (2)$$

где \dot{H}_{ij} – i -ое показание дозиметров при измерении в j -ой проверяемой точке МЭД, мкЗв/ч.

8.3.1.6 вычисляют основную относительную погрешность при измерении МЭД фотонного излучения в каждой из точек поверки Q_j , %, по формуле

$$Q_j = \frac{(\bar{H}_j - \bar{H}_\phi) - \dot{H}_{0j}}{\dot{H}_{0j}} \cdot 100, \quad (3)$$

где \dot{H}_{0j} – эталонное значение МЭД в точке поверки, мкЗв/ч;

\bar{H}_j – среднее измеренное значение МЭД в точке поверки, мкЗв/ч;

\bar{H}_ϕ – среднее измеренное значение МЭД гамма-фона, мкЗв/ч.

8.3.1.7 Значение доверительных границ допускаемой основной относительной погрешности при измерении МЭД $\delta_{\text{МЭД}}$, %, при доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле

$$\delta_{\text{МЭД}} = 1,1 \sqrt{(Q_0)^2 + (Q_j)^2}, \quad (4)$$

где Q_0 – относительная погрешность эталонной дозиметрической установки при воспроизведении МИЭД в точке поверки, % (берется из свидетельства о поверке).

Q_j – относительная погрешность измерения в точке поверки, рассчитанная по формуле (3), %.

8.3.1.8 Проведение поверки в точках, указанных в 8.3.1.4, обеспечивает подтверждение диапазона измерений МЭД непрерывного фотонного излучения в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.1.9 Значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении МЭД $\delta_{\text{МЭД}}$, %, в каждой точке поверки, рассчитанные по формуле (4), должны находиться в пределах допускаемой основной относительной погрешности, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.2 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ непрерывного фотонного излучения.

При определении основной относительной погрешности дозиметров при измерении индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ (далее – ЭД) непрерывного фотонного излучения выполняют следующие операции:

8.3.2.1 Включают дозиметры и согласно 2.2.3 [5] устанавливают максимальные значения порогов по ЭД и МЭД.

8.3.2.2 Включают режим измерения ЭД. Перед проверкой основной относительной погрешности при измерении ЭД необходимо сбросить (обнулить) накопленное значение ЭД согласно 2.2.3 [5].

8.3.2.3 Выполняют действия по 8.3.1.2.

8.3.2.4 Снимают начальное показание ЭД.

8.3.2.5 Устанавливают дозиметры на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с точкой поверки, в которой эталонное значение МЭД \dot{H}_{0j} равно 80,0 мкЗв/ч.

8.3.2.6 Подвергают дозиметры облучению в течение времени T , равном 1 ч.

8.3.2.7 По окончании облучения снимают конечное показание ЭД.

8.3.2.8 Рассчитывают основную относительную погрешность измерения G_j , %, по формуле

$$G_j = \left(\frac{(H_{Kj} - H_{Hj}) - \dot{H}_{0j} \cdot T}{\dot{H}_{0j} \cdot T} \right) \cdot 100, \quad (5)$$

где H_{Kj} – конечное значение ЭД, мкЗв;

H_{Hj} – начальное значение ЭД, мкЗв;

\dot{H}_{0j} – эталонное (расчетное) значение МЭД в проверяемой точке, мкЗв/ч;

T – продолжительность облучения, ч.

8.3.2.9 Повторяют измерения в точках поверки, в которых эталонное значение МЭД равно 8,0; 800 мЗв/ч, а время облучения равно 30 мин.

8.3.2.10 Значение доверительных границ допускаемой основной относительной погрешности при измерении ЭД $\delta_{\text{ЭД}}$, %, при доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле

$$\delta_{\text{ЭД}} = 1,1 \sqrt{(G_0)^2 + (G_j)^2}, \quad (6)$$

где G_0 – относительная погрешность эталонной дозиметрической установки в точке

поверки, % (берется из свидетельства о поверке);

G_j – относительная погрешность при измерении ЭД фотонного излучения в точке поверки, определенная по формуле (5), %.

8.3.2.11 Проведение поверки в точках, указанных в 8.3.2.5, 8.3.2.9 обеспечивает подтверждение диапазона измерений ЭД непрерывного фотонного излучения в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.2.12 Значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении ЭД $\delta_{ЭД}$, %, для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (6), должны находиться в пределах допускаемой основной относительной погрешности, приведенных в таблице А.1 приложения А.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б.

9.2 При положительных результатах первичной поверки дозиметров в [6] (раздел «Свидетельство о приёмке») ставят подпись поверителя, наносят оттиск поверительного клейма с указанием даты проведения первичной поверки и клеймо-наклейку.

9.3 При положительных результатах последующей поверки дозиметров выдают свидетельство о поверке установленной формы в соответствии с [7] и в [6] (раздел «Особые отметки») ставят подпись поверителя, наносят оттиск поверительного клейма с указанием даты проведения поверки. Клеймо-наклейку наносят на свидетельство о поверке.

9.4 При отрицательных результатах первичной поверки дозиметров выдают заключение о непригодности по форме, установленной [7].

9.5 При отрицательных результатах последующей поверки дозиметров выдают заключение о непригодности по форме, установленной [7], ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает своё действие.

9.6 При проведении последующей поверки на территории стран участниц «Соглашения о взаимном признании результатов испытаний с целью утверждения типа, метрологической аттестации, поверки и калибровки средств измерений» (далее – Соглашения), оформление результатов поверки следует осуществлять в соответствии с требованиями национального законодательства страны участницы Соглашения.

Приложение А
(обязательное)**Обязательные метрологические требования**

Таблица А.1

Наименование	Значение
Диапазон измерений МЭД непрерывного фотонного излучения	от 0,1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч
Пределы допускаемой основной относительной погрешности дозиметров при измерении МЭД непрерывного фотонного излучения, %	±15
Диапазон измерения ЭД непрерывного фотонного излучения	от 0,05 мкЗв до 20 Зв
Пределы допускаемой основной относительной погрешности дозиметров при измерении ЭД непрерывного фотонного излучения, %	±15

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

наименование организации проводящей поверку

ПРОТОКОЛ № ____ - ____

поверки Дозиметра индивидуального рентгеновского и гамма-излучений

наименование средства измерений

тип ДКГ-PM1611

№ _____

принадлежащего _____

наименование организации

Изготовитель ООО «Радмерон»

наименование изготовителя

Дата проведения поверки _____

с ... по ...

Поверка проводится по _____

обозначение документа, по которому проводят поверку

Средства поверки:

Таблица Б.1

Наименование и тип СИ	Заводской номер

Условия поверки

- температура окружающего воздуха _____ °С;
- относительная влажность окружающего воздуха _____ %;
- атмосферное давление _____ кПа;
- внешнее фоновое гамма-излучение _____ мкЗв/ч

Результаты поверки

Б.1 Внешний осмотр _____

соответствует/не соответствует

Б.2 Опробование _____

соответствует/не соответствует

Библиография

- [1] Правила осуществления метрологической оценки для утверждения типа средств измерений и стандартных образцов.
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь 20.04.2021 № 38
- [2] Государственная поверочная схема для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений, утверждена приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 декабря 2020 г. № 2314
- [3] СанПиН от 31.12.2013 г. № 137 Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения
- [4] СанПиН от 28.12.2012 г. № 213 Требования к радиационной безопасности
- [5] ТИГР.412118.515 РЭ Дозиметр индивидуальный рентгеновского и гамма-излучений ДКГ-PM1611. Руководство по эксплуатации
- [6] ТИГР.412118.515 ПС Дозиметр индивидуальный рентгеновского и гамма-излучений ДКГ-PM1611. Паспорт
- [7] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений.
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь 24.04.2021 № 40