

СОГЛАСОВАНО

Директор ООО «Радметрон»



В.Г. Храмцов
2025

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора БелГИМ



« 11 »

2025

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

**ДОЗИМЕТРЫ-РАДИОМЕТРЫ
МКС-PM1405P**

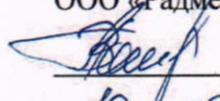
Методика поверки

МРБ МП.4317-2025

Листов 18

Разработчик:

Инженер по метрологии НТО
ООО «Радметрон»

 В.В. Глазко
« 10 » 06 2025

Минск, 2025



Инженер по метрологии

В.В. Глазко

Содержание

1 Нормативные ссылки	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки	4
4 Требования к квалификации поверителей	5
5 Требования безопасности	5
6 Условия поверки	5
7 Подготовка к поверке	5
8 Проведение поверки	6
9 Оформление результатов поверки.....	12
Приложение А (обязательное) Обязательные метрологические требования к дозиметрам- радиометрам	13
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки	14
Библиография	17

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на дозиметры-радиометры МКС-PM1405P (далее – дозиметры) производства ООО «Радметрон», Республика Беларусь 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

ТКП 8.007-2023 (33540) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений, предназначенных для применения при измерениях вне сферы законодательной метрологии. Правила проведения работ

СТБ 8065-2016 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Дозиметры и измерители мощности дозы гамма-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

ГОСТ 8.041-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Радиометры загрязненности поверхностей альфа-активными веществами. Методика поверки

ГОСТ 8.040-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Радиометры загрязненности поверхностей бета-активными веществами. Методика поверки

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации (далее – 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

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	последующей поверке
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении мощности амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ непрерывного фотонного излучения	8.3.1	да	да
3.2 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ непрерывного фотонного излучения	8.3.2	да	да

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	последующей поверке
3.3 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока альфа-частиц	8.3.3	да	да
3.4 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока бета-частиц	8.3.4	да	да
4 Оформление результатов поверки	9	да	да
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую 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
6	Гигрометр-термометр цифровой ГТЦ-1. Диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении относительной влажности воздуха (при температуре воздуха (20±2), °С) ±3,0 %, диапазон измерений температуры воздуха от минус 30 °С до плюс 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении температуры воздуха (при температуре воздуха (20±2), °С) ±0,5 °С
6	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1. Цена деления шкалы 0,1 кПа, диапазон измерений атмосферного давления от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой основной погрешности ±0,2 кПа
6	Дозиметр гамма-излучения ДКГ-PM1211. Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы (далее – МАЭД) от 0,1 мкЗв/ч до 100 мЗв/ч, пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении МАЭД $\pm(10 + K_1/\dot{H} + K_2 \cdot \dot{H}) \%$, где \dot{H} – измеренная МАЭД, мЗв/ч; K_1 – коэффициент, равный 0,0005 мЗв/ч; K_2 – коэффициент, равный 0,05 (мЗв/ч) ⁻¹
8.3.1, 8.3.2	Секундомер электронный «Интеграл С-01». Диапазон измерений от 0 до 9 ч 59 мин 59,99 с, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения $\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$, где T_x – значение измеренного интервала времени, с
8.3.1, 8.3.2	Эталонная дозиметрическая установка гамма-излучения по ГОСТ 8.087 или [2] с набором радионуклидных источников ¹³⁷ Cs. Диапазон воспроизведения МАЭД от 0,1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч, доверительные границы относительной погрешности ±5,0 %
8.3.3	Эталонные радиометрические источники альфа-излучения 2-го разряда из радионуклида ²³⁹ Pu типов 3П9, 4П9, 5П9 с площадью рабочей поверхности 10, 40 и 100 см ² соответственно.

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА
8.3.4	Эталонные радиометрические источники бета-излучения 2-го разряда из радионуклида $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ типов 3C0, 4C0, 5C0 с площадью рабочей поверхности 10, 40 и 100 см ² соответственно.
<p>Примечания</p> <p>1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.</p> <p>2 Все средства измерений должны иметь действующие знаки поверки (калибровки) и (или) свидетельства о поверке (калибровке).</p>	

4 Требования к квалификации поверителей

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], установленные в руководстве по эксплуатации [5].

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

6 Условия поверки

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 до 106 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 руководство по эксплуатации [5];
- проверяют наличие средств поверки в соответствии с таблицей 2 настоящей МП и соответствия их метрологических характеристик требуемым значениям;
- проверяют наличие действующих свидетельств о поверке (калибровке) на средства поверки или знаков поверки (калибровки), подтверждающих прохождение метрологической оценки в органах государственной метрологической службы;
- устанавливают вспомогательные средства поверки, позволяющие в процессе поверки контролировать изменения влияющих факторов (температуру окружающего воздуха, относительную влажность воздуха, атмосферное давление, внешнее фоновое гамма-излучение);
- проверяют соблюдение условий по разделу 6 настоящей МП;
- подготавливают и проверяют работоспособность 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 руководства по эксплуатации [5] и паспорта [6];
- при последующей поверке наличие в паспорте [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 Дозиметры должны 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 2.1.4 руководства по эксплуатации [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, к которому невозможен доступ, а запись которого осуществляется в процессе производства, 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» паспорта [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» паспорта [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)	Встроенное ПО	Прикладное ПО
Идентификационное наименование ПО	ТИГР.00096.00.02.1	ТИГР.00096.00.00
Номер версии ПО (идентификационный номер)	1.X.Y*	1.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» паспорта [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» паспорта [6] и таблице 3.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ непрерывного фотонного излучения

При определении основной относительной погрешности дозиметров при измерении МАЭД $\dot{H}^*(10)$ непрерывного фотонного излучения выполняют следующие операции:

8.3.1.1 Включают дозиметр, после перехода дозиметра в режим «ИЗМЕРЕНИЕ γ » устанавливают максимальные пороговые значения МАЭД и AMBIENTНОГО эквивалента дозы (далее – АЭД) согласно 2.2.3 руководства по эксплуатации [5].

8.3.1.2 Размещают дозиметр на поверочной дозиметрической установке с источником гамма-излучения ^{137}Cs (далее – дозиметрическая установка) так, чтобы геометрический центр детектора был обращен к источнику излучения, а нормаль, проведенная через геометрический центр детектора, совпадала с осью потока излучения. Геометрический центр детектора обозначен знаком « \circ » на корпусе дозиметра и в руководстве по эксплуатации [5].

8.3.1.3 Не менее чем через 300 с после включения режима «ИЗМЕРЕНИЕ γ » с интервалом не менее 30 с снимают пять показаний МАЭД внешнего фона гамма-излучения (далее – гамма-фона) и вычисляют среднее арифметическое МАЭД 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 дозиметра при измерении МАЭД гамма-фона, мкЗв/ч.

8.3.1.4 Устанавливают дозиметр на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с точкой поверки, в которой эталонное значение МАЭД \dot{H}_{0j} равно 0,8 мкЗв/ч, и подвергают дозиметр облучению.

8.3.1.5 Не менее чем через 300 с после начала облучения и с интервалом не менее 30 с снимают пять показаний МАЭД и вычисляют среднее арифметическое МАЭД \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 дозиметра при измерении в j -ой точке поверки МАЭД, мкЗв/ч.

8.3.1.6 Вычисляют основную относительную погрешность при измерении МАЭД непрерывного фотонного излучения в точке 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 МАЭД в j -ой точке поверки, мкЗв/ч;

\bar{H}_j – среднее арифметическое МАЭД в j -ой точке поверки, мкЗв/ч;

\bar{H}_ϕ – среднее арифметическое МАЭД гамма-фона, мкЗв/ч.

8.3.1.7 Вычисляют значение доверительных границ основной относительной погрешности при измерении МАЭД непрерывного фотонного излучения $\delta_{\text{МАЭД}}$, %, при доверительной вероятности $P = 0,95$ по формуле

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

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

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

8.3.1.8 Повторяют действия 8.3.1.4 – 8.3.1.7 в контрольных точках, в которых эталонное значение МАЭД равно 8; 80; 800 мкЗв/ч; 8; 80; 240 мЗв/ч, снимая показания МАЭД \dot{H}_j , мкЗв/ч, не менее чем через 120 с после начала облучения с интервалом не менее 30 с.

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

8.3.1.10 Значения доверительных границ основной относительной погрешности при измерении МАЭД $\delta_{\text{МАЭД}}$, %, 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 амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ непрерывного фотонного излучения

При определении основной относительной погрешности дозиметров при измерении АЭД $H^*(10)$ непрерывного фотонного излучения выполняют следующие операции:

8.3.2.1 Включают дозиметр, после перехода дозиметра в режим «ИЗМЕРЕНИЕ γ » устанавливают максимальные значения порогов по МАЭД и АЭД согласно 2.2.3 руководства по эксплуатации [5].

8.3.2.2 Перед проверкой основной относительной погрешности при измерении АЭД непрерывного фотонного излучения необходимо сбросить (обнулить) накопленное значение АЭД согласно 2.2.3 руководства по эксплуатации [5].

8.3.2.3 Выполняют действия по 8.3.1.2.

8.3.2.4 Снимают начальное показание АЭД.

8.3.2.5 Устанавливают дозиметр на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с точкой поверки, в которой эталонное значение МАЭД \dot{H}_{0j} равно 8 мкЗв/ч.

8.3.2.6 Подвергают дозиметр облучению в течение времени T , равного 1 ч.

8.3.2.7 Через 1 ч прекращают облучение и снимают конечное показание АЭД.

8.3.2.8 Вычисляют основную относительную погрешность при измерении АЭД непрерывного фотонного излучения измерения G_j , %, по формуле

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

где H_{kj} – конечное значение АЭД в j -ой точке поверки, мкЗв;

H_{nj} – начальное значение АЭД в j -ой точке поверки, мкЗв;

\dot{H}_{0j} – эталонное (расчетное) значение МАЭД в j -ой точке поверки, мкЗв/ч;

T – продолжительность облучения, ч.

8.3.2.9 Вычисляют значение доверительных границ основной относительной погрешности при измерении АЭД непрерывного фотонного излучения $\delta_{\text{АЭД}}$, %, при доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле

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

где G_0 – относительная погрешность эталонной дозиметрической установки в точке поверки, % (берется из свидетельства о поверке);

G_j – относительная погрешность при измерении АЭД непрерывного фотонного излучения в j -ой точке поверки, определенная по формуле (5), %.

8.3.2.10 Повторяют действия 8.3.2.4 – 8.3.2.9 в контрольных точках, в которых эталонное значение МАЭД \dot{H}_{0j} равно 8; 240 мЗв/ч при продолжительности облучения равной 15 мин.

8.3.2.11 Проведение поверки в точках, указанных в 8.3.2.5, 8.3.2.10 обеспечивает подтверждение диапазона измерений АЭД 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 АЭД $\delta_{\text{АЭД}}$, % в каждой точке поверки, рассчитанные по формуле (6), должны находиться в пределах допускаемой основной относительной погрешности, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.3 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока альфа-частиц

При определении основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока альфа-частиц выполняют следующие операции:

8.3.3.1 Включают дозиметр, включают режим «ИЗМЕРЕНИЕ α », устанавливают максимальное значение порога по плотности потока альфа-частиц.

8.3.3.2 Следуя указаниям, индицируемым на ЖКИ дозиметра, переводят $\alpha\beta\gamma$ -фильтр блока детектирования в положение «ОТКРЫТО».

8.3.3.3 Располагают дозиметр на радионуклидном закрытом источнике альфа-излучения (далее – источник альфа-излучения) типа ЗП9 (4П9, 5П9) из радионуклида ^{239}Pu в соответствии с таблицей 4 так, чтобы поверхность детектора была расположена параллельно поверхности источника, а геометрический центр рабочей поверхности источника находился на продолжении перпендикуляра, проходящего через геометрический центр чувствительной поверхности детектора, и нажимают кнопку «ДАЛЕЕ». На ЖКИ должно индицироваться значение скорости счета, $N_{ji}^{\alpha\beta\gamma}$, с^{-1} , обусловленное сочетанным альфа-, бета- и гамма-излучением.

8.3.3.4 При установлении значения статистической погрешности не более 10 % нажимают кнопку «ЗАПИСЬ» и сохраняют измеренное значение скорости счета $N_{ji}^{\alpha\beta\gamma}$, с^{-1} , в энергонезависимую память дозиметра.

8.3.3.5 Устанавливают альфа-фильтр на блок детектирования, располагают дозиметр на том же источнике альфа-излучения, аналогично как в 8.3.3.3 и нажимают кнопку «ДАЛЕЕ». На ЖКИ должно индицироваться значение плотности потока альфа-частиц φ_{ji}^{α} , $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, определяемое путем сравнения скорости счета, обусловленной сочетанным альфа-, бета- и гамма-излучениями, и скорости счета, обусловленной сочетанным бета- и гамма-излучениями.

8.3.3.6 При установлении значения статистической погрешности не более 10 % нажимают кнопку «ЗАПИСЬ» и сохраняют в энергонезависимую память дозиметра измеренное значение плотности потока альфа-частиц φ_{ji}^{α} , $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, и удаляют альфа-фильтр с блока детектирования.

8.3.3.7 Повторяют действия по 8.3.3.2 – 8.3.3.6 еще четыре раза и вычисляют среднее арифметическое плотности потока альфа-частиц $\bar{\varphi}_j^{\alpha}$, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, от j -го источника альфа-излучений по формуле

$$\bar{\varphi}_j^{\alpha} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \varphi_{ji}^{\alpha}, \quad (7)$$

8.3.3.8 Вычисляют относительную погрешность при измерении плотности потока альфа-частиц δ_j^{α} , %, от j -го источника альфа-излучений по формуле

$$\delta_j^{\alpha} = \frac{\bar{\varphi}_j^{\alpha} - \varphi_{0j}^{\alpha}}{\varphi_{0j}^{\alpha}} \cdot 100, \quad (8)$$

где φ_{0j}^{α} – плотность потока альфа-частиц от j -го эталонного источника, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, с учетом радиоактивного распада источника.

8.3.3.9 Повторяют действия по 8.3.3.2 – 8.3.3.8 для остальных источников альфа-излучения в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Точки поверки при измерении плотности потока альфа-частиц

Точки поверки (диапазоны плотности потока альфа-частиц эталонного источника), φ_{0j}^{α} , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Число измерений, n	Тип источника	Статистическая погрешность, %, не более
$1 \cdot 10^1 - 1 \cdot 10^2$	5	ЗП9 (4П9, 5П9)	10
$1 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^3$			
$1 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^4$			
$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$			

8.3.3.10 Проведение поверки в точках, указанных в таблице 4, обеспечивает подтверждение диапазона измерений плотности потока альфа-частиц в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.3.11 Значения основной относительной погрешности при измерении плотности потока альфа-частиц δ_j^{α} , %, в каждой точке поверки, рассчитанные по формуле (8), должны находиться в пределах допускаемой основной относительной погрешности, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.4 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока бета-частиц

При определении основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока бета-частиц выполняют следующие операции:

8.3.4.1 Включают дозиметр, включают режим «ИЗМЕРЕНИЕ β », устанавливают максимальное значение порога по плотности потока бета-частиц.

8.3.4.2 Следуя указаниям, индицируемым на ЖКИ дозиметра, переводят $\alpha\beta\gamma$ -фильтр блока детектирования в положение «ОТКРЫТО», устанавливают альфа-фильтр на блок детектирования.

8.3.4.3 Располагают дозиметр на радионуклидном закрытом источнике бета-излучения (далее – источник бета-излучения) типа ЗС0 (4С0, 5С0) из радионуклида $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ в соответствии с таблицей 5 так, чтобы поверхность детектора была расположена параллельно поверхности источника, а геометрический центр рабочей поверхности источника находился на продолжении перпендикуляра, проходящего через геометрический центр чувствительной поверхности детектора и нажимают кнопку «ДАЛЕЕ». На ЖКИ должно индицироваться значение скорости счета $N_{ji}^{\beta\gamma}$, с⁻¹, обусловленное сочетанным бета- и гамма-излучением.

8.3.4.4 При установлении значения статистической погрешности не более 10 % нажимают кнопку «ЗАПИСЬ» и сохраняют измеренное значение скорости счета $N_{ji}^{\beta\gamma}$, с⁻¹, в энергонезависимую память дозиметра.

8.3.4.5 Удаляют альфа-фильтр с блока детектирования, переводят $\alpha\beta\gamma$ -фильтр блока детектирования из положения «ОТКРЫТО» в положение «ЗАКРЫТО», располагают дозиметр на том же источнике бета-излучения аналогично как в 8.3.4.3 и нажимают кнопку «ДАЛЕЕ». На ЖКИ должно индицироваться значение плотности потока бета-частиц φ_{ji}^{β} , мин⁻¹·см⁻², определяемое путем сравнения скорости счета, обусловленной сочетанным бета- и гамма-излучениями, и скорости счета, обусловленной гамма-излучением.

8.3.4.6 При установлении значения статистической погрешности не более 10 % нажимают кнопку «ЗАПИСЬ» и сохраняют в энергонезависимую память дозиметра измеренное значение плотности потока бета-частиц φ_{ji}^{β} , мин⁻¹·см⁻².

8.3.4.7 Повторяют действия по 8.3.4.2 – 8.3.4.6 еще четыре раза и вычисляют среднее арифметическое плотности потока бета-частиц $\bar{\varphi}_j^\beta$, мин⁻¹·см⁻², от j -го источника бета-излучений по формуле

$$\bar{\varphi}_j^\beta = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \varphi_{ji}^\beta, \quad (9)$$

8.3.4.8 Вычисляют относительную погрешность при измерении плотности потока бета-частиц δ_j^β , %, от j -го источника бета-излучений по формуле

$$\delta_j^\beta = \frac{\bar{\varphi}_j^\beta - \varphi_{0j}^\beta}{\varphi_{0j}^\beta} \cdot 100, \quad (10)$$

где φ_{0j}^β – плотность потока бета-частиц j -го эталонного источника, мин⁻¹·см⁻², с учетом радиоактивного распада источника.

8.3.4.9 Повторяют действия по 8.3.4.2 – 8.3.4.8 для остальных источников бета-излучения в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Точки поверки при измерении плотности потока бета-частиц

Точки поверки (диапазоны плотности потока бета-частиц эталонного источника), φ_{0j}^β , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Число измерений, n	Тип источника	Статистическая погрешность, %, не более
1·10 ¹ – 1·10 ²	5	3C0 (4C0, 5C0)	10
1·10 ² – 1·10 ³			
1·10 ³ – 1·10 ⁴			
1·10 ⁴ – 1·10 ⁵			

8.3.4.10 Проведение поверки в точках, указанных в таблице 5, обеспечивает подтверждение диапазона измерений плотности потока бета-частиц в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.4.11 Значения основной относительной погрешности при измерении плотности потока бета-частиц δ_j^β , %, в каждой точке поверки, рассчитанные по формуле (10), 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, применяемых в сфере законодательной метрологии, в паспорте [6] (раздел «Свидетельство о приёмке») ставят подпись поверителя, наносят знак поверки средств измерений в виде оттиска с указанием даты проведения первичной поверки. Знак поверки средств измерений в виде наклейки наносят на поверхность клавиатуры дозиметра.

9.3 При положительных результатах последующей поверки дозиметров, применяемых в сфере законодательной метрологии, выдают свидетельство о поверке установленной формы в соответствии с [7], в паспорте [6] (раздел «Особые отметки») ставят подпись поверителя и наносят знак поверки средств измерений в виде оттиска с указанием даты проведения поверки. Знак поверки средств измерений в виде наклейки наносят на поверхность клавиатуры дозиметра.

9.4 При отрицательных результатах первичной поверки дозиметров, применяемых в сфере законодательной метрологии, выдают заключение о непригодности по форме, установленной [7].

9.5 При отрицательных результатах последующей поверки дозиметров, применяемых в сфере законодательной метрологии, 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 о поверке 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 к дозиметрам

Таблица А.1 – Обязательные метрологические требования для дозиметров-радиометров МКС-PM1405P

Наименование	Значение
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ непрерывного фотонного излучения	от 0,1 мкЗв/ч до 300,0 мЗв/ч
Пределы допускаемой основной относительной погрешности дозиметров при измерении мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ непрерывного фотонного излучения, %	$\pm(20 + K/\dot{H})$, где \dot{H} – измеренное значение МАЭД, мкЗв/ч; K – коэффициент, равный 1,0 мкЗв/ч
Диапазон измерений амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ непрерывного фотонного излучения	от 0,1 мкЗв до 1,0 Зв
Пределы допускаемой основной относительной погрешности дозиметров при измерении амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ непрерывного фотонного излучения, %	± 20
Диапазон измерений плотности потока альфа-частиц ¹⁾	от 2 до 10^5 мин ⁻¹ ·см ⁻²
Пределы допускаемой основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока альфа-частиц, % в диапазоне измерений от 2 до 15 мин ⁻¹ ·см ⁻² в диапазоне измерений св. 15 до 10^5 мин ⁻¹ ·см ⁻²	± 50 $\pm(20 + A/\varphi)$, где φ – измеренная плотность потока альфа-частиц, мин ⁻¹ ·см ⁻² , A – коэффициент, равный 450 мин ⁻¹ ·см ⁻²
Диапазон измерений плотности потока бета-частиц ²⁾	от 6 до 10^5 мин ⁻¹ ·см ⁻²
Пределы допускаемой основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока бета-частиц, %	$\pm(20 + A/\varphi)$, где φ – измеренная плотность потока бета-частиц, мин ⁻¹ ·см ⁻² , A – коэффициент, равный 60 мин ⁻¹ ·см ⁻²
¹⁾ В условиях альфа-излучения радионуклидов ²³⁹ Pu в геометрии источника П9.	
²⁾ В условиях бета-излучения радионуклидов (⁹⁰ Sr + ⁹⁰ Y) в геометрии источника С0.	

**Приложение Б
(рекомендуемое)**

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ № _____ - _____

поверки Дозиметра-радиометра
наименование средства измерений

тип МКС-PM1405P № _____

принадлежащего _____
наименование организации

Изготовитель ООО «Радметрон»
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

Б.3 Определение метрологических характеристик

Б.3.1 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ непрерывного фотонного излучения

Таблица Б.2

Эталонное значение МАЭД, \dot{H}_{0j}	Источник № / R, см	Показания дозиметров		Основная относительная погрешность $\pm\delta_{\text{МАЭД}}$, %	Пределы основной относительной погрешности $\pm\delta_{\text{МАЭД доп}}$, %
		\dot{H}_{ij}	$\bar{\dot{H}}_j$		
мкЗв/ч					
\dot{H}_Φ				—	—
0,8					
8,0					
80,0					
800,0					
мЗв/ч					
8,0					
80,0					
240,0					

Б.3.2 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ непрерывного фотонного излучения

Таблица Б.3

Эталонное значение МАЭД, \dot{H}_{0j}	Источник № / R, см	Время набора АЭД, T, мин	Расчетное значение АЭД, H	Показания дозиметров		Основная относительная погрешность $\pm\delta_{\text{АЭД}}$, %	Пределы основной относительной погрешности $\pm\delta_{\text{АЭД доп}}$, %
				начальное значение, H_{Hj}	конечное значение, H_{Kj}		
мкЗв/ч							
8,0		60	8,0				
мЗв/ч							
8,0		15	2,0				
240,0			60,0				

Б.3.3 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока альфа-частиц

Таблица Б.4

Эталонное значение плотности потока, φ_{0j}^α , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Источник тип, №	Показания дозиметров		Основная относительная погрешность $\pm\delta_\varphi^\alpha$, %	Пределы основной относительной погрешности $\pm\delta_\varphi^\alpha \text{ доп}$, %
		φ_{ji}^α	$\bar{\varphi}_j^\alpha$		

Б.3.4 Определение основной относительной погрешности дозиметров при измерении плотности потока бета-частиц

Таблица Б.5

Эталонное значение плотности потока, $\varphi_{оj}^{\beta}$, мин ⁻¹ ·см ⁻²	Источник тип, № _____	Показания дозиметров		Основная относительная погрешность $\pm\delta_{\varphi}^{\beta}$, %	Пределы основной относительной погрешности $\pm\delta_{\varphi\text{ деп}}^{\beta}$, %
		φ_{ji}^{β}	$\bar{\varphi}_j^{\beta}$		

Заключение по результатам поверки _____

Свидетельство о поверке
(заключение о непригодности)

№ _____

Поверитель

подпись

расшифровка подписи

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 амбиентного эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и амбиентного 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 Санитарные нормы и правила «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 Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности»
- [5] 101-10-0009686 ТЭ РЭ Дозиметр-радиометр МКС-PM1405P. Руководство по эксплуатации
- [6] 101-10-0009686 ТЭ ПС Дозиметр-радиометр МКС-PM1405P. Паспорт
- [7] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений.
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь 21.04.2021 № 40

