



СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора по
метрологии
ФБУ «УРАЛТЕСТ»

Д. Г. Дедков

М.п.

« 25 »

06

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры-радиометры МКС-Н2020

Методика поверки

МП 4101-1/0402-2024

Екатеринбург
2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки дозиметров-радиометров МКС-Н2020 (далее – МКС-Н2020), используемых в качестве рабочих средств измерений.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых МКС-Н2020 к Государственному первичному эталону единиц активности радионуклидов, удельной активности, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016 в соответствии с ГОСТ 8.033-2023 и к Государственному первичному эталону единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений ГЭТ 8-2019 в соответствии с государственной поверочной схемой 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.12.2020 № 2314 (далее – приказ Росстандарта от 31.12.2020 № 2314).

1.3 Методика поверки реализуется методом прямых измерений величин, воспроизводимых эталоном.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки МКС-Н2020 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	-	-
Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-частиц	10.1	да	да
Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц	10.2	да	да
Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-излучения	10.3	да	да

1	2	3	4
Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-излучения	10.4	да	да
Определение основной относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (далее – МАЭД)	10.5	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, МКС-Н2020 признают непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 до плюс 25 °С.
- относительная влажность воздуха: от 30 до 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа;
- внешний фон гамма-излучения: не более 0,25 мкЗв/ч.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на МКС-Н2020, эталоны, средства измерений, применяемые при поверке, имеющие необходимую квалификацию, аттестованные в качестве поверителей.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8.1 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 107,0 кПа с абсолютной погрешностью не более 3 гПа;	Прибор комбинированный для контроля параметров окружающей среды MeteoSmart, рег. № 76455-19.

1	2	3
п.8.1 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений мощности амбиентного эквивалента дозы внешнего гамма-фона от 0,01 до 1 мкЗв/ч с относительной погрешностью не более 20 %;	Дозиметр гамма-излучения ДКГ-07Д «Дрозд», рег. № 27537-04
п. 10.1 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока (далее – ПП) альфа-частиц	Эталон единицы потока альфа-частиц, (радионуклид Pu-239, типов 1П9, 4П9-6П9) соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГОСТ 8.033-2023	Источники альфа-излучения закрытые с радионуклидом плутоний-239, рег. № 61304-15
	Средства измерений времени от 0 до 5 ч с абсолютной погрешностью не более 1 с	Секундомер электронный Интеграл С-01, рег. № 44154-16
п. 10.2 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц	Эталон единицы потока бета-частиц, (радионуклид Sr-90+Y-90, типов 1СО, 4СО-6СО) соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГОСТ 8.033-2023	Источники бета-излучения закрытые с радионуклидами стронций-90+иттрий-90, рег. № 61305-15
	Средства измерений интервалов времени от 0 до 5 ч с абсолютной погрешностью не более 1 с	Секундомер электронный Интеграл С-01, рег. № 44154-16
п.10.3 Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-излучения	Эталон единицы активности альфа-частиц, (радионуклид Pu-239, типов 1П9, 4П9-6П9) соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГОСТ 8.033-2023	Источники альфа-излучения закрытые с радионуклидом плутоний-239, рег. № 61304-15
п.10.4 Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-излучения	Эталон единицы активности бета-частиц, (радионуклид Sr-90+Y-90, типов 1СО, 4СО-6СО) соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГОСТ 8.033-2023	Источники бета-излучения закрытые с радионуклидами стронций-90+иттрий-90, рег. № 61305-15
п.10.5 Определение основной относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения (далее – МАЭД)	Эталон единицы МАЭД фотонного излучения (радионуклид Cs-137), соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 № 2314.	Установка дозиметрическая гамма-излучения УДГ-АТ130, рег. № 44761-15

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 5.1.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП)» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭЭ)», ГОСТ 12.2.007.0-75, ОСПОРБ-99/2010, НРБ-99/2009, а также приведенные в эксплуатационной документации МКС-Н2020 и используемых средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра МКС-Н2020 следует убедиться в отсутствии механических повреждений и дефектов, влияющих на их метрологические характеристики.

7.2 Комплектность МКС-Н2020 должна соответствовать описанию типа.

7.3 Внешний вид МКС-Н2020 должен соответствовать описанию и изображению, приведенному в описании типа.

7.4 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются требования, указанные в 7.1 - 7.3.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверяют соблюдение условий в соответствии с разделом 3.

8.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их технической документацией.

8.1.3 МКС-Н2020 подготавливают к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2 Опробование

8.2.1 После включения МКС-Н2020 автоматически будет запущена процедура самотестирования в соответствии с руководством по эксплуатации. При успешном завершении самотестирования на дисплее МКС-Н2020 должна появиться надпись «УСПЕШНО ПРОЙДЕНО», в случае появления надписи «НЕУДАЧНО» поверку прекращают.

8.2.2 После успешного самотестирования проверяют работоспособность органов управления (кнопок) МКС-Н2020.

8.3 Результаты подготовки к поверке и опробования считают положительными, если выполняются требования, указанные в 8.1 и 8.2.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) МКС-Н2020 проводят путем считывания номера версии, отображаемого при включении.

9.2 Результаты проверки ПО считают положительными, если идентификационные данные встроенного ПО (номер версии) соответствуют значениям, приведенным в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.0.1

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Допускается периодическая поверка МКС-Н2020 для меньшего числа измеряемых величин по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

10.1 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-частиц

10.1.1 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока (далее – ПП) альфа-частиц в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ».

10.1.1.1 Измерения ПП альфа-частиц проводить с использованием источников типа 1П9.

10.1.1.2 Выполнить не менее пяти измерений фона ПП альфа-частиц, φ_{if} , мин⁻¹·см⁻², вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{\varphi}_f$, мин⁻¹·см⁻², по формуле

$$\bar{\varphi}_f = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 \varphi_{if} \quad (1)$$

10.1.1.3 Установить в соответствии с рисунком 1, используя дистанцир для источников, источники типа 1П9 со значениями ПП альфа-частиц в точках, указанных в таблице 10.1, в центр детектора МКС-Н2020.

Таблица 10.1 – Контрольные точки

Номер контрольной точки i	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	ПП альфа-частиц, мин ⁻¹ ·см ⁻²
1	3 ч	4 ч	5	1·10 ⁰ – 1·10 ³
2	180 с	100 с	5	1·10 ³ – 1·10 ⁵
3	180 с	100 с	5	1·10 ⁵ – 3·10 ⁶

Допускается не проводить измерения фона в контрольных точках 2,3.

10.1.1.4 Выбрать единицы измерений «мин⁻¹·см⁻²» на МКС-Н2020.

10.1.1.5 Провести измерение φ_i , мин⁻¹·см⁻². Вычислить среднее арифметическое значение ПП альфа-частиц источника $\bar{\varphi}_{u+\varphi}$, мин⁻¹·см⁻², по формуле

$$\bar{\varphi}_{u+\varphi} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 \varphi_i \quad (2)$$

10.1.1.6 Вычислить значение ПП альфа-частиц $\bar{\varphi}_u$, мин⁻¹·см⁻² по формуле

$$\bar{\varphi}_u = \bar{\varphi}_{u+\varphi} - \bar{\varphi}_f \quad (3)$$

10.1.1.7 Вычислить основную относительную погрешность измерения ПП альфа-частиц δ_i для i-й контрольной точки, %, по формуле

$$\delta_i = \frac{\bar{\varphi}_u - \varphi_0}{\varphi_0} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где φ_0 - значение ПП альфа-частиц, воспроизводимое эталоном в данной контрольной точке, мин⁻¹·см⁻².

10.1.1.8 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения ПП альфа-частиц Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле

$$\Delta_i = 1,1 \cdot \sqrt{\theta_{0i}^2 + \delta_i^2}$$

(5)

где θ_{0i} - основная погрешность эталона (из свидетельства на эталон) %.

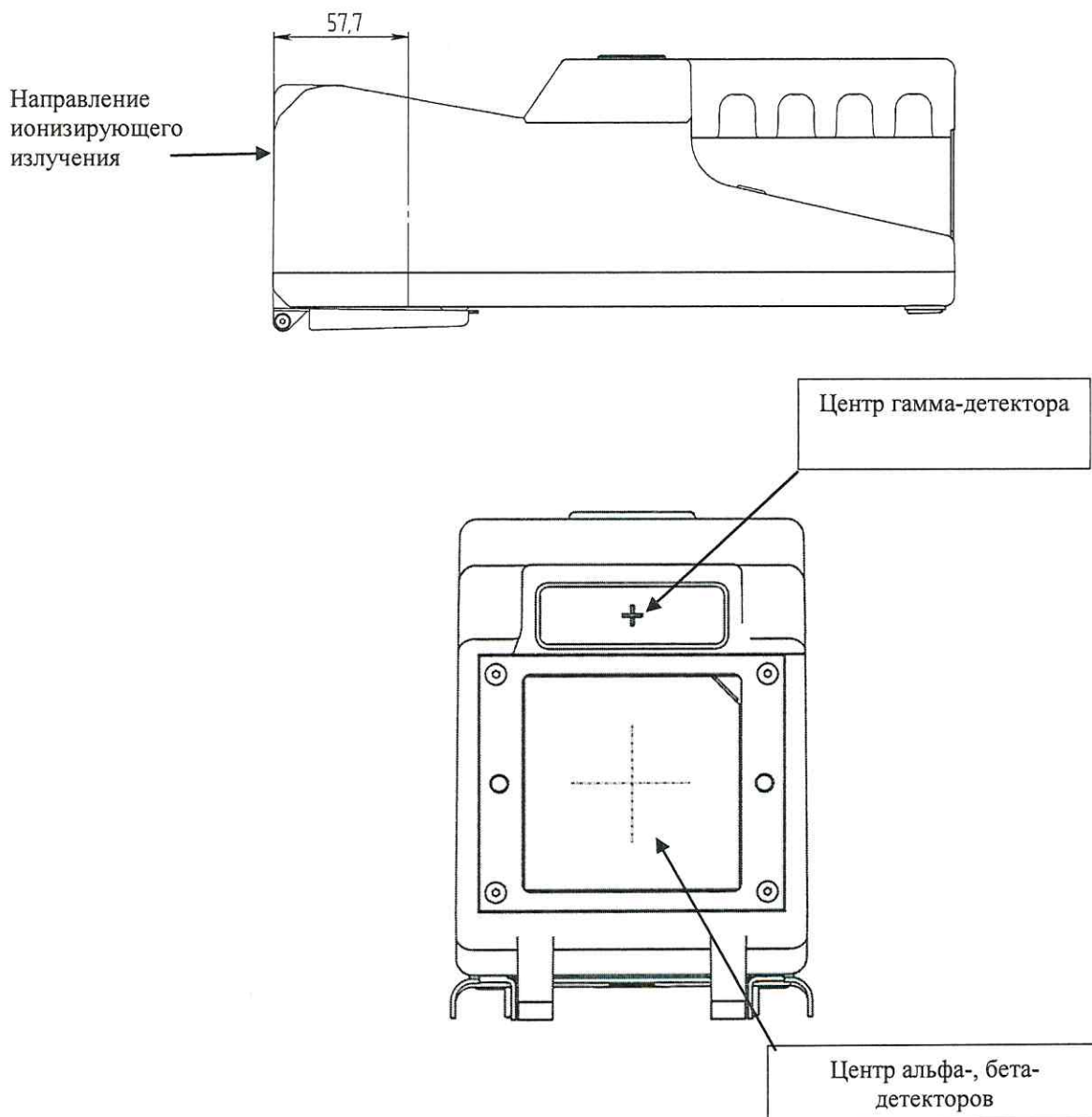


Рисунок 1 – Геометрические центры детекторов

10.1.1.9 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (5) значения основной относительной погрешности измерения ПП альфа-частиц не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения, приведенных в таблице А.1.

10.1.2 Определение основной относительной погрешности измерения ПП альфа-частиц в режиме «ПОИСК».

10.1.2.1 Измерения ПП альфа-частиц проводить с использованием источников типа 4П9-6П9.

10.1.2.2 Выполнить не менее пяти измерений фона ПП альфа-частиц, φ_{if} , мин⁻¹·см⁻², вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{\varphi}_\phi$, мин⁻¹·см⁻², по формуле (1).

10.1.2.3 В соответствии с рисунком 1 установить источники типа 4П9-6П9 со значениями ПП альфа-частиц в контрольных точках, указанных в таблице 10.2, в центр детектора МКС-Н2020.

Таблица 10.2 – Контрольные точки

Номер контрольной точки i	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	ППП альфа-частиц, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$
1	3 ч	4 ч	5	$1\cdot 10^0 - 1\cdot 10^2$
2	180 с	100 с	5	$1\cdot 10^2 - 1\cdot 10^4$
3	180 с	100 с	5	$1\cdot 10^4 - 3\cdot 10^5$

Допускается не проводить измерения фона в контрольной точке 3.

10.1.2.4 Выбрать единицы измерений « $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$ » на МКС-Н2020.

10.1.2.5 Вычислить среднее арифметическое значение показаний ППП альфа-частиц $\bar{\varphi}_{u+\phi}$, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, источника по формуле (2).

10.1.2.6 Определить значение ППП альфа-частиц $\bar{\varphi}_u$, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$ по формуле (3).

10.1.2.7 Вычислить основную относительную погрешность измерения ППП альфа-частиц δ_i для i -й контрольной точки, % по формуле (4).

10.1.2.8 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения ППП альфа-частиц Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле (5).

10.1.2.9 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (5) значения основной относительной погрешности измерения ППП альфа-частиц не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения, приведенных в таблице А.1.

10.2 Определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц

10.2.1.1 Определение основной относительной погрешности измерения ППП бета-частиц в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ».

10.2.1.1 Измерения ППП бета-частиц проводить с использованием источников типа 1СО.

10.2.1.2 Выполнить не менее пяти измерений фона ППП бета-частиц, $\varphi_{i\phi}$, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{\varphi}_\phi$, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, по формуле (1).

10.2.1.3 В соответствии с рисунком 1, используя дистанцир для источников, установить источники типа 1СО со значениями ППП бета-частиц в контрольных точках, указанными в таблице 10.3, в центр детектора МКС-Н2020.

Таблица 10.3 – Контрольные точки

Номер контрольной точки i	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	ППП бета-частиц, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$
1	3 ч	4 ч	5	$1\cdot 10^0 - 1\cdot 10^3$
2	180 с	100 с	5	$1\cdot 10^3 - 1\cdot 10^5$
3	180 с	100 с	5	$1\cdot 10^5 - 1\cdot 10^7$

Допускается не проводить измерения фона в контрольных точках 2,3.

10.2.1.4 Выбрать единицы измерений « $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$ » на МКС-Н2020.

10.2.1.5 Вычислить среднее арифметическое значение показаний ППП бета-частиц $\bar{\varphi}_{u+\phi}$, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, источника по формуле (2).

10.2.1.6 Определить значение ППП бета-частиц $\bar{\varphi}_u$, $\text{мин}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$ по формуле (3).

10.2.1.7 Определить основную относительную погрешность измерения ППП бета-частиц δ_i для i -й контрольной точки, % по формуле

$$\delta_i = \frac{\bar{\varphi}_u - \varphi_0}{\varphi_0} \cdot 100\% \quad (6)$$

где φ_0 - значение ПП бета-частиц, воспроизводимое эталоном в данной контрольной точке, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

10.2.1.8 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения ПП бета-частиц Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле (5).

10.2.1.9 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (5) значения основной относительной погрешности измерения ПП бета-частиц не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения, приведенных в таблице А.1.

10.2.2 Определение основной относительной погрешности измерения ПП бета-частиц в режиме «ПОИСК».

10.2.2.1 Измерения ПП бета-частиц проводить с использованием источников типа 4СО-6СО.

10.2.2.2 Выполнить не менее пяти измерений фона ПП бета-частиц φ_{if} , $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{\varphi}_f$, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, по формуле (1).

10.2.2.3 В соответствии с рисунком 1 установить источники типа 4СО-6СО со значениями ПП бета-частиц в контрольных точках, указанных в таблице 10.4, в центр детектора МКС-Н2020.

Таблица 10.4 – Контрольные точки

Номер контрольной точки i	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	ПП бета-частиц, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$
1	3 ч	4 ч	5	$1 \cdot 10^0 - 1 \cdot 10^2$
2	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^4$
3	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$

Допускается не проводить измерения фона в контрольной точке 3.

10.2.2.4 Выбрать единицы измерений « $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ » на МКС-Н2020.

10.2.2.5 Вычислить среднее арифметическое значение показаний ПП бета-частиц $\bar{\varphi}_{u+f}$, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, источника по формуле (2).

10.2.2.6 Вычислить значение ПП бета-частиц $\bar{\varphi}_u$, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ по формуле (3).

10.2.2.7 Вычислить основную относительную погрешность измерения ПП бета-частиц δ_i для i-й точки, %, по формуле (6).

10.2.2.8 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения ПП бета-частиц Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ в процентах рассчитываются по формуле (5).

10.2.2.9 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (5) значения основной относительной погрешности измерения ПП бета-частиц не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения, приведенных в таблице А.1.

10.3 Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-излучения

10.3.1 Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-частиц в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ».

10.3.1.1 Измерения поверхностной активности альфа-частиц проводить с использованием источников типа 1П9.

10.3.1.2 Выполнить не менее пяти измерений фона поверхностной активности альфа-частиц $A_{i\phi}$, Бк·см⁻², вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{A}_\phi$, Бк·см⁻², по формуле

$$\bar{A}_\phi = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 A_{i\phi} \quad (7)$$

10.3.1.3 В соответствии с рисунком 1 установить, используя дистанцир для источников, источники типа 1П9 со значениями поверхностной активности альфа-частиц в контрольных точках, указанных в таблице 10.5, в центр детектора МКС-Н2020.

Таблица 10.5 – Контрольные точки

Номер контрольной точки i	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	Поверхностная активность альфа-частиц, Бк·см ⁻²
1	3 мин	100 с	5	$1 \cdot 10^0 - 1 \cdot 10^1$
2	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^1 - 1 \cdot 10^4$
3	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$

Допускается не проводить измерения фона в контрольной точке 3.

10.3.1.4 Выбрать единицы измерений «Бк·см⁻²» на МКС-Н2020.

10.3.1.5 Провести измерение A_i , Бк·см⁻². Вычислить среднее арифметическое значение поверхностной активности альфа-частиц $\bar{A}_{u+\phi}$, Бк·см⁻², источника по формуле

$$\bar{A}_{u+\phi} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 A_i \quad (8)$$

10.3.1.6 Определить значение поверхностной активности альфа-частиц $\bar{A}_u$, Бк·см⁻², по формуле

$$\bar{A}_u = \bar{A}_{u+\phi} - \bar{A}_\phi \quad (9)$$

10.3.1.7 Определить основную относительную погрешность измерения поверхностной активности альфа-частиц δ_i для i-й точки, %, по формуле

$$\delta_i = \frac{\bar{A}_u - A_0}{A_0} \cdot 100\% \quad (10)$$

где A_0 - значение поверхностной активности альфа-частиц, воспроизводимое эталоном в данной контрольной точке, Бк·см⁻².

10.3.1.8 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-частиц Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле

$$\Delta_i = 1,1 \cdot \sqrt{\theta_{0i}^2 + \delta_i^2} \quad (11)$$

где θ_{0i} - основная погрешность эталона (из свидетельства на эталон), %.

10.3.1.9 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (11) значения основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-частиц соответствуют значениям, приведенным в таблице А.1.

10.3.2 Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-частиц в режиме «ПОИСК».

10.3.2.1 Измерения поверхностной активности альфа-частиц проводить с использованием источников типа 4П9-6П9.

10.3.2.2 Выполнить не менее пяти измерений фона поверхностной активности альфа-частиц $A_{i\phi}$, Бк·см⁻², вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{A}_\phi$, Бк·см⁻², по формуле (7).

10.3.2.3 В соответствии с рисунком 1 установить источники типа 4П9-6П9 со значениями поверхностной активности альфа-частиц в контрольных точках, указанных в таблице 10.6, в центр детектора МКС-Н2020.

Таблица 10.6 – Контрольные точки

Номер контрольной точки i	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	Поверхностная активность альфа-частиц, Бк·см ⁻²
1	3 мин	100 с	5	$1 \cdot 10^0 - 1 \cdot 10^2$
2	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^2 - 4 \cdot 10^3$

10.3.2.4 Выбрать единицы измерений «Бк·см⁻²» на МКС-Н2020.

10.3.2.5 Вычислить среднее арифметическое значение показаний поверхностной активности альфа-частиц $\bar{A}_{\alpha+\phi}$, Бк·см⁻², источника по формуле (8).

10.3.2.6 Определить значение поверхностной активности альфа-частиц $\bar{A}_{\alpha}$, Бк·см⁻², по формуле (9).

10.3.2.7 Определить основную относительную погрешность измерения поверхностной активности альфа-частиц δ_i для i -й точки, %, по формуле (10).

10.3.2.8 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-частиц Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле (11).

10.3.2.9 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (11) значения основной относительной погрешности измерения поверхностной активности альфа-частиц не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения, приведенных в таблице А.1.

10.4 Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-излучения

10.4.1 Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-частиц в режиме «ИЗМЕРЕНИЕ».

10.4.1.1 Измерения поверхностной активности бета-частиц проводить с использованием источников типа 1СО.

10.4.1.2 Выполнить не менее пяти измерений фона поверхностной активности бета-частиц $A_{i\phi}$, Бк·см⁻², вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{A}_{\phi}$, Бк·см⁻², по формуле (7).

10.4.1.3 В соответствии с рисунком 1 установить, используя дистанцир для источников, источники типа 1СО со значениями поверхностной активности бета-частиц в контрольных точках, указанными в таблице 10.4.1, в центр детектора МКС-Н2020.

Таблица 10.7 – Контрольные точки

Номер контрольной точки i	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	Поверхностная активность бета-частиц, Бк·см ⁻²
1	3 мин	100 с	5	$3 \cdot 10^0 - 1 \cdot 10^2$
2	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^4$
3	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^6$

Допускается не проводить измерения фона в контрольной точке 3.

10.4.1.4 Выбрать единицы измерений «Бк·см⁻²» на МКС-Н2020.

10.4.1.5 Вычислить среднее арифметическое значение поверхностной активности бета-частиц $\bar{A}_{\alpha+\phi}$, Бк·см⁻², источника по формуле (8).

10.4.1.6 Определить значение поверхностной активности бета-частиц $\bar{A}_u$, Бк·см⁻², по формуле (9).

10.4.1.7 Определить основную относительную погрешность измерения поверхностной активности бета-частиц δ_i для *i*-й точки, %, по формуле

$$\delta_i = \frac{\bar{A}_u - A_0}{A_0} \cdot 100\% \quad (12)$$

где A_0 - значение поверхностной активности бета-частиц, воспроизводимое эталоном в данной контрольной точке, Бк·см⁻².

10.4.1.8 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-частиц Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле (11).

10.4.1.9 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (11) значения основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-частиц не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения, приведенных в таблице А.1.

10.4.2 Определение основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-частиц в режиме «ПОИСК».

10.4.2.1 Измерения поверхностной активности бета-частиц проводить с использованием источников типа 4СО-6СО.

10.4.2.2 Выполнить не менее пяти измерений фона поверхностной активности бета-частиц $A_{i\phi}$, Бк·см⁻², вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{A}_\phi$, Бк·см⁻², по формуле (7).

10.4.2.3 В соответствии с рисунком 1 установить источники типа 4СО-6СО со значениями поверхностной активности бета-частиц в контрольных точках, указанных в таблице 10.8, в центр детектора МКС-Н2020.

Таблица 10.8 – Контрольные точки

Номер контрольной точки <i>i</i>	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	Поверхностная активность бета-частиц, Бк·см ⁻²
1	3 мин	100 с	5	$3 \cdot 10^0 - 1 \cdot 10^2$
2	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^2 - 8 \cdot 10^4$

10.4.2.4 Выбрать единицы измерений «Бк·см⁻²» на МКС-Н2020.

10.4.2.5 Вычислить среднее арифметическое значение показаний поверхностной активности бета-частиц $\bar{A}_{u+\phi}$, Бк·см⁻², источника по формуле (8).

10.4.2.6 Определить значение поверхностной активности бета-частиц $\bar{A}_u$, Бк·см⁻² по формуле (9).

10.4.2.7 Определить основную относительную погрешность измерения поверхностной активности бета-частиц δ_i для *i*-й точки, %, по формуле (12).

10.4.2.8 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-частиц Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле (11).

10.4.2.9 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (11) значения основной относительной погрешности измерения поверхностной активности бета-частиц не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения, приведенных в таблице А.1.

10.5 Определение основной относительной погрешности измерения МАЭД

10.5.1 В соответствии с рисунком 1 установить МКС-Н2020 таким образом, чтобы геометрический центр пучка гамма-квантов совпал с центром гамма-детектора.

10.5.2 Выполнить не менее пяти измерений фона МАЭД, $H_{i\phi}$, мкЗв/ч, вычислить среднее арифметическое значение показаний $\bar{H}_{\phi}(10)$, мкЗв/ч, по формуле

$$\bar{H}_{\phi}(10) = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 H_{i\phi}(10) \quad (13)$$

10.5.3 Подвергают МКС-Н2020 воздействию излучения и измеряют МАЭД в контрольных точках, указанных в таблице 10.9.

Таблица 10.9 – Контрольные точки

Номер контрольной точки i	Время измерения фона	Время измерения	Количество измерений	МАЭД, мкЗв/ч
1	30 мин	30 мин	5	$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^0$
2	30 мин	5 мин	5	$1 \cdot 10^0 - 1 \cdot 10^1$
3	180 с	100 с	5	$1 \cdot 10^1 - 1 \cdot 10^2$
4	-	100 с	5	$1 \cdot 10^2 - 1 \cdot 10^4$
5	-	100 с	5	$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^6$

Допускается не проводить измерения фона МАЭД для контрольных точек 4,5.

10.5.4 Вычислить среднее арифметическое значение МАЭД $\bar{H}_{u+\phi}(10)$, мкЗв/ч по формуле (14).

$$\bar{H}_{u+\phi}(10) = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 H_i(10) \quad (14)$$

10.5.5 Определить значение МАЭД от источника $\bar{H}_u(10)$, мкЗв/ч, по формуле

$$\bar{H}_u(10) = \bar{H}_{u+\phi}(10) - \bar{H}_{\phi}(10) \quad (15)$$

10.5.6 Определить основную относительную погрешность измерения МАЭД δ_i для i-й точки, %, по формуле

$$\delta_i = \frac{\bar{H}_u(10) - \dot{H}_p(10)}{\dot{H}_p(10)} \cdot 100\% \quad (16)$$

где $\dot{H}_p(10)$ – значение МАЭД, воспроизводимое эталоном в данной контрольной точке, мкЗв/ч.

10.5.7 Доверительные границы основной относительной погрешности измерения МАЭД Δ_i , %, для доверительной вероятности $P = 0,95$ рассчитывают по формуле

$$\Delta_i = 1,1 \cdot \sqrt{\theta_o^2 + \delta_i^2} \quad (17)$$

где θ_o – основная погрешность эталона (из свидетельства на эталон), %.

10.5.8 Результаты поверки считают положительными, если полученные по формуле (17) значения основной относительной погрешности измерения МАЭД не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности измерения, приведенных в таблице А.1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки оформляют протокол поверки в произвольной форме.

11.2 Положительные результаты поверки МКС-Н2020 оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений

и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

11.3 Отрицательные результаты поверки МКС-Н2020 оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

11.4 Информация об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона N 102-ФЗ, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Приложение А

Таблица А.1 – Метрологические характеристики МКС-Н2020

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения плотности потока бета-частиц, $\text{част} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ ¹⁾ – нижняя граница диапазона измерений для времени измерения 4 ч (время измерения фона 3 ч) – нижняя граница диапазона измерений для времени измерения 100 с (время измерения фона 180 с)	от 1,0 до $1 \cdot 10^7$ от 1,0 от 13,0
Диапазон измерения плотности потока бета-частиц в режиме поиска, $\text{част} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ – нижняя граница диапазона измерений для времени измерения 4 ч (время измерения фона 3 ч) – нижняя граница диапазона измерений для времени измерения 100 с (время измерения фона 180 с)	от 1,0 до $1 \cdot 10^6$ от 1,0 от 13,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц в условиях бета-излучения радионуклидов (Sr-90+Y-90), %	$\frac{30}{\pm(15+\varphi)}$ ²⁾
Диапазон измерения поверхностной активности нуклидов Sr-90+Y-90, $\text{Бк} \cdot \text{см}^{-2}$ ¹⁾	от 3,0 до $2,0 \cdot 10^6$
Диапазон измерения поверхностной активности нуклидов Sr-90+Y-90 в режиме поиска, $\text{Бк} \cdot \text{см}^{-2}$	от 3,0 до $8,0 \cdot 10^4$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения поверхностной активности нуклидов Sr-90+Y-90, %	$\pm(15+\frac{90}{A_s})$ ³⁾
Диапазон измерения плотности потока альфа-частиц, $\text{част} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ ²⁾ – нижняя граница диапазона измерений для времени измерения 4 ч (время измерения фона 3 ч) – нижняя граница диапазона измерений для времени измерения 100 с (время измерения фона 180 с)	от 1,0 до $3 \cdot 10^6$ от 1,0 от 6,0
Диапазон измерения плотности потока альфа-частиц в режиме поиска, $\text{част} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ – нижняя граница диапазона измерений для времени измерения 4 ч (время измерения фона 3 ч) – нижняя граница диапазона измерений для времени измерения 100 с (время измерения фона 180 с)	от 1,0 до $3 \cdot 10^5$ от 1,0 от 6,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-частиц в условиях альфа-излучения радионуклидов Pu-239, %	$\pm(15+\frac{K}{\varphi})$, ^{2) 4)}
Диапазон измерения поверхностной активности нуклидов Pu-239, $\text{Бк} \cdot \text{см}^{-2}$ ⁵⁾	от 1,0 до $1,0 \cdot 10^5$
Диапазон измерения поверхностной активности нуклида Pu-239 в режиме поиска, $\text{Бк} \cdot \text{см}^{-2}$	от 1,0 до $4,0 \cdot 10^3$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения поверхностной активности нуклидов в условиях альфа-излучения радионуклидов Pu-239, %	$\pm(15+\frac{K}{A_s})$ ^{3) 6)}
Диапазон измерения мощности AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	от 0,1 до $1 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения МАЭД гамма-излучения не более, %	± 20
Примечания ¹⁾ в условиях бета-излучения радионуклидов Sr-90+Y-90 источника типа 1С0; ²⁾ φ – величина, численно равная значению измеряемой плотности потока, %; ³⁾ A_s – величина, численно равная значению измеряемой поверхностной активности, $\text{Бк} \cdot \text{см}^{-2}$; ⁴⁾ K – коэффициент равный 20; ⁵⁾ в условиях альфа-излучения радионуклидов Pu-239 источника типа 1П9; ⁶⁾ K – коэффициент равный 35.	