

ООО "ПОЛИМАСТЕР"

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО "ПОЛИМАСТЕР"
Д. Н. Бурый
" 12 " 2012 г.




УТВЕРЖДАЮ
Директор БелГИМ
Н.А. Жагера
" 12 " 2012 г.



ДОЗИМЕТР-РАДИОМЕТР
МКС-PM1403

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МРБ МП. 2243-2012



Верно
М. С. Обер
20.04.2012

1 Вводная часть

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки дозиметра-радиометра МКС-РМ1403 (далее – прибор) и соответствует СТБ 8065-2016 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Дозиметры и измерители мощности дозы фотонного излучения. Методика поверки», ГОСТ 8.040-84 «Радиометры загрязненности поверхностей бета- активными веществами. Методика поверки», ГОСТ 8.041-84 «Радиометры загрязненности поверхностей альфа- активными веществами», ГОСТ 8.355-79 «Радиометры нейтронов. Методы и средства поверки», а также рекомендациям МИ 2513-99 «Радиометры нейтронов. Методика поверки на установке типа УКПН (КИС НРД МБм)».

1.2 Первичной поверке подлежат приборы, выпускаемые из производства.

1.3 Периодической поверке подлежат приборы, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через установленные межповерочные интервалы.

1.4 Внеочередная поверка приборов проводится до окончания срока действия периодической поверки в следующих случаях:

- после ремонта приборов;
- при необходимости подтверждения пригодности приборов к применению;
- при вводе приборов в эксплуатацию, отправке (продаже) потребителю, а также перед передачей в аренду по истечении половины межповерочного интервала на них.

Внеочередная поверка приборов после ремонта проводится в объеме, установленном для первичной поверки.

Поверка приборов должна проводиться юридическими лицами государственной метрологической службы или аккредитованными поверочными лабораториями других юридических лиц, осуществляющих деятельность в соответствии с действующим законодательством и техническими нормативными правовыми актами (далее – ТНПА) по обеспечению единства измерений, утверждаемых Госстандартом.

Межповерочный интервал – не более 12 месяцев. Межповерочный интервал для приборов, применяемых в сфере законодательной метрологии в Республике Беларусь, – не более 12 месяцев.

2 Операции поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик: - определение допускаемой основной относительной погрешности при измерении мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ (далее – МЭД) фотонного излучения;	8.3.1, 8.3.3, 8.3.5 8.3.10	Да Да Да Да	Да Да Да Да
- определение допускаемой основной относительной погрешности при измерении МЭД нейтронного излучения;	8.3.7	Да	Да
- определение допускаемой основной относительной погрешности при измерении амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ (далее – ЭД) фотонного излучения;	8.3.6	Да	Да



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
- определение относительного энергетического разрешения в режиме накопления сцинтилляционных спектров;	8.3.2, 8.3.4 8.3.11	Да Да Да	Да Да Да
- определение основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения;	8.3.8	Да	Да
- определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения	8.3.9	Да	Да

3 Средства поверки

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

Таблица 2

Наименование эталонных и вспомогательных средств поверки	Основные метрологические и технические характеристики	Номер пункта методики при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Эталонная поверочная дозиметрическая установка по ГОСТ 8.087-2000 с набором источников ^{137}Cs	Диапазон измерения МЭД от 0,1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч. Погрешность аттестации установки не более $\pm 6\%$	8.3.1, 8.3.3, 8.3.5, 8.3.6, 8.3.10	8.3.1, 8.3.3, 8.3.5, 8.3.6, 8.3.10
Эталонные источники альфа-излучения с радионуклидом ^{239}Pu одного из типов 4П9, 5П9, 6П9 с рабочей поверхностью площадью 40, 100 и 160 см ² соответственно	Плотность потока от 10 до $5 \cdot 10^5$ мин ⁻¹ ·см ⁻² . Погрешность аттестации эталонных источников не более 6 %	8.3.8	8.3.8
Эталонные источники бета-излучения с радионуклидом $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ одного из типов 4СО, 5СО, 6СО с рабочей поверхностью площадью 40, 100 и 160 см ² соответственно	Плотность потока от 10 до 10^6 мин ⁻¹ ·см ⁻² . Погрешность аттестации эталонных источников не более 6 %	8.3.9	8.3.9
Установка поверочная нейтронного излучения по ГОСТ 8.521-84 с комплектом образцовых нейтронных $\text{Pu}-\alpha\text{-Be}$ радионуклидных источников I-го разряда, создающая коллимированное поле нейтронов	Аттестованная по МЭД нейтронного излучения в диапазоне от $5 \cdot 10^{-10}$ до 10^{-6} Зв/с. Погрешность аттестации эталонных источников не более 9 %	8.3.7	8.3.7
Эталонные спектрометрические гамма-источники ОСГИ-3-2 (^{137}Cs , ^{57}Co)	Погрешность аттестации эталонных источников не более 4 %	8.3.2, 8.3.4, 8.3.11	8.3.2, 8.3.4 8.3.11

1 Зап. ТУПР. 129-14



Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Термометр	Цена деления 1°C. Диапазон измерения температуры от 10 до 40 °С	6.1	6.1
Барометр	Цена деления 1 кПа. Диапазон измерения атмосферного давления от 60 до 120 кПа. Основная погрешность не более 0,2 кПа	6.1	6.1
Измеритель влажности	Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 30 до 90 %. Погрешность измерения не более ± 5 %	6.1	6.1
Дозиметр гамма- излучения	Диапазон измерения МЭД внешнего гамма- фона от 0,1 до 10 мкЗв/ч. Допускаемая основная относительная погрешность измерения не более ± 20 %	6.1	6.1

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, которые подтвердили компетентность выполнения данного вида работ.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с 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» и СанПиН от 28.12 2012 г. № 213 «Требования к радиационной безопасности».

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

6 Условия поверки

6.1 Поверку прибора необходимо проводить в нормальных климатических условиях:

- температура окружающей среды 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 прибора осуществляется при полностью заряженных встроенных аккумуляторных батарей.

7.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:



- изучить паспорт на прибор и руководства по эксплуатации (РЭ) на всеверяемые блоки: блок детектирования и обработки информации (БДОИ), блок отображения информации (БОИ или БОИ-01), блок детектирования гамма-излучения (БДГ1), блок детектирования гамма-излучения (БДГ2), блок детектирования гамма-излучения (БДГ3), блок детектирования нейтронного излучения (БДН), блок детектирования альфа-бета-излучений (БДАБ);

- подготовить прибор к работе, как указано в разделах «Подготовка к использованию» РЭ на БДОИ, БОИ (БОИ-01) и соответствующий блок детектирования;

- подготовить средства измерений и вспомогательное оборудование к поверке в соответствии с их технической документацией.

Примечание – При поверке БДГ1, БДГ2, БДГ3, БДН и БДАБ могут быть подключены к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или персональному компьютеру (ПК).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

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

- соответствие комплектности поверяемого прибора требованиям паспорта;
- наличия в паспорте на прибор отметки о первичной поверке или свидетельства о последней поверке;
- наличие четких маркировочных надписей на блоках детектирования;
- отсутствие загрязнений, механических повреждений, влияющих на работу блоков детектирования.

8.2 Опробование

8.2.1 При проведении опробования БДОИ необходимо выполнить следующие операции:

- проверить работоспособность БДОИ, как указано в разделе «Контроль работоспособности» РЭ на БДОИ;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу «Работа в режиме установки» РЭ на БДОИ.

8.2.2 При проведении опробования БОИ (БОИ-01) необходимо проверить работоспособность БОИ (БОИ-01), как указано в разделе «Контроль работоспособности» РЭ на БОИ (БОИ-01).

8.2.3 При проведении опробования БДГ1 необходимо выполнить следующие операции:

- подключить БДГ1 к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или к ПК;
- включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и проверить работоспособность БДГ1, как указано в разделе «Контроль работоспособности» РЭ на БДГ1;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу «Работа в режиме установки» РЭ на БДГ1.

8.2.4 При проведении опробования БДГ2 необходимо выполнить следующие операции:

- подключить БДГ2 к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или к ПК;
- включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и проверить работоспособность БДГ2, как указано в разделе «Контроль работоспособности» РЭ на БДГ2;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу «Работа в режиме установки» РЭ на БДГ2.

8.2.5 При проведении опробования БДГ3 необходимо выполнить следующие операции:

- подключить БДГ3 к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или к ПК;
- включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и проверить работоспособность БДГ3, как указано в разделе «Контроль работоспособности» РЭ на БДГ3;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу «Работа в режиме установки» РЭ на БДГ3.

8.2.6 При проведении опробования БДН необходимо выполнить следующие операции:

1 Зап. ТУГР 129-14



- подключить БДН к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК;
- включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и проверить работоспособность БДН, как указано в разделе «Контроль работоспособности» РЭ на БДН;
- установить максимальные значения порогов по МЭД согласно разделу «Работа в режиме установки» РЭ на БДН.

8.2.7 При проведении опробования БДАБ необходимо выполнить следующие операции:

- подключить БДАБ к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или к ПК;
- включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и проверить работоспособность БДАБ, как указано в разделе «Контроль работоспособности» РЭ на БДАБ.

8.3 Определения метрологических характеристик

8.3.1 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДОИ провести следующим образом:

- 1) включить БДОИ и установить максимальные значения порогов по МЭД;
- 2) выключить БДОИ;
- 3) установить БДОИ на поверочную дозиметрическую установку с источником гамма-излучения ^{137}Cs так, чтобы задняя сторона БДОИ была обращена к источнику излучения, ось потока излучения проходила через геометрический центр детектора и совпадала с нормалью, проведенной через геометрический центр детектора. Геометрический центр детектора обозначен значком "+" на корпусе БДОИ. Включить БДОИ;

4) при установлении значения статистической погрешности менее 10 % снять пять результатов измерения МЭД внешнего фона гамма-излучения (далее – гамма-фона) в отсутствии источника излучений. Результаты измерения снять с интервалом не менее 60 с и рассчитать среднее значение МЭД фона \bar{H}_ϕ 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 прибора при измерении МЭД гамма-фона, мкЗв/ч;

5) последовательно установить БДОИ на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение МЭД \dot{H}_{oj} равно 0,8; 8,0; 80,0 мкЗв/ч;

6) при установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД \bar{H}_j для каждой контрольной точки по формуле

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

где \dot{H}_{ji} – i-ый результат измерения МЭД гамма-излучения в j-ой проверяемой контрольной точке, мкЗв/ч;

7) вычислить относительную погрешность измерения Q_j , %, по формуле

$$Q_j = \left| \frac{(\bar{H}_j - \bar{H}_\phi) - \dot{H}_{oj}}{\dot{H}_{oj}} \right| \times 100, \quad (3)$$

где \dot{H}_{oj} – эталонное значение МЭД в проверяемой контрольной точке, мкЗв/ч;

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

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

8) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной



погрешности измерения МЭД $\delta_{\text{МЭД}}$, %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\delta_{\text{МЭД}} = 1.1 \sqrt{(Q_0)^2 + (Q_j)^2}, \quad (4)$$

где Q_0 – погрешность эталонной дозиметрической установки, %;

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

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех проверяемых точек, рассчитанные по формуле (4), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{\text{доп.}} = \pm 30\%$.

8.3.2 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДОИ в режиме накопления сцинтилляционных спектров гамма-излучения провести согласно ГОСТ 26874-86 в следующей последовательности:

1) включить БДОИ и установить режим накопления спектра согласно 11.1.5 РЭ на БДОИ;

2) расположить источники гамма-излучения ^{137}Cs и ^{57}Co активностью от 10^4 до 10^5 Бк из набора эталонных спектрометрических гамма-источников типа ОСГИ-3-2 на таком расстоянии от поверхности сцинтилляционного детектора напротив геометрического центра, чтобы скорость счета при этом была в диапазоне от 150 до 900 имп/с;

3) нажать кнопку "ОК" и произвести набор спектра до тех пор, пока на ЖКИ станет хорошо различим набираемый спектр или в течение не менее 100 с. На ЖКИ должен индиферироваться набираемый спектр;

4) прекратить набор спектра, нажимая клавишу "MENU", и записать набранный спектр в память прибора, как указано в РЭ на БДОИ, раздел 11.11;

5) скопировать накопленный спектр в ПК. Порядок передачи спектров из прибора в ПК произвести, как указано в РЭ на БДОИ, раздел 11.11;

6) порядок работы со спектрами, сохраненными в ПК, описан в файле Read Me программы пользователя;

7) относительное энергетическое разрешение $\eta_{\text{отн}}$, %, определить по формуле

$$\eta_{\text{отн}} = \frac{\eta_{\text{абс}}}{E} \cdot 100, \quad (5)$$

где E – значения энергии пика полного поглощения (ППП) моноэнергетической линии ^{137}Cs , кэВ;

$\eta_{\text{абс}}$ – значение абсолютного энергетического разрешения в кэВ, определяется по формуле

$$\eta_{\text{абс}} = \Delta_n \cdot K, \quad (6)$$

где Δ_n – ширина пика полного поглощения моноэнергетической линии ^{137}Cs на его полувысоте в каналах;

K – значения энергетической ширины канала, кэВ/канал, определяется по формуле

$$K = \frac{E_2 - E_1}{n_{c2} - n_{c1}}, \quad (7)$$

где E_2, E_1 – значения энергий, соответствующих ППП ^{137}Cs и ^{57}Co соответственно;

n_{c2}, n_{c1} – номера каналов, соответствующие положениям центроид пиков с энергиями E_1 и E_2 .

Результаты поверки считать положительными, если относительное энергетическое разрешение $\eta_{\text{отн}}$, %, определенное по формуле (5), не превышает 7,5 %.

8.3.3 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДГ1 провести следующим образом:

1 Зап. ТИГР. 129-14



1) подключить БДГ1 к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК;
2) установить БДГ1 на поверочную дозиметрическую установку с источником гамма-излучения ^{137}Cs так, чтобы боковая сторона БДГ1 была обращена к источнику излучения, ось потока излучения проходила через геометрический центр детектора и совпадала с нормалью, проведенной через геометрический центр детектора. Геометрический центр детектора обозначен значком "+" на торцевой стороне корпуса и кольцевой проточкой на боковой стороне корпуса БДГ1. Включить БДОИ. Выбрать режим измерения МЭД БДГ1;

3) при установлении значения статистической погрешности менее 10 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-фона в отсутствие источника излучений. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД фона \dot{N}_ϕ по формуле (1);

4) последовательно установить БДГ1 на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение МЭД $\dot{N}_{\text{э}}$ равно 0,8; 8,0; 80,0 мкЗв/ч;

5) при установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снять с интервалом не менее 10 с и рассчитать среднее значение МЭД \dot{N}_j для каждой контрольной точки по формуле (2);

6) вычислить относительную погрешность измерения Q_j , % по формуле (3);

7) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД, δ , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле (4).

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (4), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{\text{доп}}$, рассчитанных по формуле

$$\delta_{\text{доп}} = \pm \left(20 + K / \dot{N} \right) \%, \quad (8)$$

где \dot{N} – значение МЭД, мкЗв/ч;

K – коэффициент, равный 2,0 мкЗв/ч.

8.3.4 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДГ1 в режиме накопления сцинтилляционных спектров провести в следующей последовательности:

1) подключить БДГ1 к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК;

2) включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и установить режим накопления спектра согласно РЭ на БДГ1;

3) расположить источники гамма-излучения ^{137}Cs и ^{57}Co активностью от 10^4 до 10^5 Бк из набора эталонных спектрометрических гамма-источников типа ОСГИ-3-2 на таком расстоянии от поверхности сцинтилляционного детектора напротив геометрического центра, чтобы скорость счета при этом не превышала 10000 имп/с;

4) произвести набор спектра до тех пор, пока на ЖКИ не станет хорошо различим набираемый спектр или в течение не менее 100 с. На ЖКИ должен индицироваться набираемый спектр;

5) прекратить набор спектра и записать набранный спектр в память прибора. Порядок передачи спектров из прибора в ПК проводят в соответствии с РЭ на БДОИ, раздел 11.10 или с РЭ на БОИ (БОИ-01) раздел 11.6;

6) порядок работы со спектрами, сохраненными в ПК, описан в файле Read Me программы пользователя;

7) относительное энергетическое разрешение $\eta_{\text{отн}}$, %, определить по формуле (5).

Результаты поверки считать положительными, если относительное энергетическое разрешение $\eta_{\text{отн}}$, %, определенное по формуле (5), не превышает 8,5 %.



8.3.5 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДГ2 провести следующим образом:

1) подключить БДГ2 к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК. Включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК. Включить режим измерения МЭД и установить максимальные значения порогов по МЭД;

2) установить БДГ2 на поверочную дозиметрическую установку с источником гамма-излучения ^{137}Cs так, чтобы боковая сторона БДГ2 была обращена к источнику излучения, ось потока излучения проходила через геометрический центр детектора и совпадала с нормалью проведенной через геометрический центр детектора. Геометрический центр детектора обозначен значком "+" на торцевой стороне корпуса и кольцевой проточкой на боковой стороне корпуса БДГ2. Выбрать режим измерения МЭД БДГ2;

3) при установлении значения статистической погрешности менее 10 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-фона в отсутствие источника излучений. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД фона \dot{N}_f по формуле (1);

4) последовательно установить БДГ2 на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение МЭД \dot{N}_{oj} равно 3,0; 30,0; 300,0 мкЗв/ч, 3,0; 30,0; 300,0 мЗв/ч и 3,0; 8,0 Зв/ч;

5) при установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снять с интервалом не менее 10 с и рассчитать среднее значение МЭД \dot{N}_j для каждой контрольной точки по формуле (2);

6) вычислить относительную погрешность измерения Q_j , %, по формуле (3);

7) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД δ , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле (4).

Результаты проверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (4), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{доп.}$, рассчитанных по формуле

$$\delta_{доп.} = \pm \left(20 + K / \dot{N} \right) \%, \quad (9)$$

где \dot{N} – значение МЭД, мкЗв/ч;
K – коэффициент, равный 2,0 мкЗв/ч.

8.3.6 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭД фотонного излучения БДГ2 провести следующим образом:

1) подключить БДГ2 к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК. Включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК. Включить режим измерения ЭД и установить максимальные значения порогов по ЭД;

2) установить БДГ2 на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольной точкой, в которых эталонное значение МЭД $\dot{N}_{oj} = 8,0$ мкЗв/ч;

3) снять начальное показание ЭД;

4) подвергнуть БДГ2 облучению в течение времени $T = 1$ ч;

5) по окончании облучения снять конечное показание ЭД;

6) рассчитать основную относительную погрешность измерения Q_j , %, по формуле

$$Q_j = \left| \frac{(N_{kj} - N_{nj}) - \dot{N}_{oj} \cdot T}{\dot{N}_{oj} \cdot T} \right| \times 100, \quad (10)$$

где N_{kj} – конечное значение ЭД;



\dot{N}_{ij} – начальное значение ЭД;

\dot{N}_{oj} – эталонное значение МЭД в проверяемой точке;

T – время облучения, ч;

7) измерения повторить для контрольных точек, в которых эталонное значение МЭД равно 8,0 мЗв/ч, 800 мЗв/ч;

8) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭД, $\delta_{эд}$, %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\delta_{эд} = 1.1 \sqrt{(Q_0)^2 + (Q_j)^2}, \quad (11)$$

где Q_0 – погрешность эталонной дозиметрической установки, %;

Q_j – относительная погрешность измерения ЭД в проверяемой контрольной точке, рассчитанная по формуле (10), %.

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения ЭД для всех проверяемых точек, рассчитанные по формуле (11), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{доп} = \pm 10\%$.

8.3.7 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД нейтронного излучения провести следующим образом:

1) подключить БДН к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК. Включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и включить режим измерения МЭД нейтронного излучения;

2) проверяемый БДН расположить на градуировочной скамье эталонной установки на специальной передвижной каретке так, чтобы положение точки поля нейтронов, для которой рассчитано эталонное значение измеряемого значения МЭД, \dot{N}_{oj} , совпадало с геометрическим центром блока детектирования, а геометрический центр нейтронного детектора БДН совпадал с осью симметрии коллимированного пучка нейтронов, причем продольная ось детектора должна быть перпендикулярна оси симметрии коллимированного пучка нейтронов;

3) последовательно устанавливая передвижную каретку с БДН на эталонной установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение \dot{N}_{oj} , равно 3,0; 30,0; 300,0; 1500 и 4000 мкЗв/ч. При установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД нейтронного излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД $\bar{\dot{N}}_j$ для каждой контрольной точки, по формуле (2);

4) вычислить значение показаний прибора, обусловленное прямым излучением, по формуле

$$\bar{\dot{N}}_{ijB} = \bar{\dot{N}}_{ij} \cdot B_R, \quad (12)$$

где B_R – коэффициент, учитывающий вклад рассеянного нейтронного излучения в показания прибора (коэффициент определяется при поверке установки);

5) вычислить погрешность измерения Q_j , по формуле

$$Q_j = \frac{\bar{\dot{N}}_{ijB} - \dot{N}_{oj}}{\bar{\dot{N}}_{oj}}, \quad (13)$$

6) доверительные границы основной относительной погрешности измерения при доверительной вероятности 0,95 вычислить по формуле

$$\delta = K_s \sqrt{\frac{Q_0^2 + Q_{jmax}^2}{3} + S_{jmax}^2}, \quad (14)$$

где K_s – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей, принят равным 2;

Q_0 – погрешность эталонной дозиметрической установки, %;

1 Зам. ТУПР 129-14



S_{jmax} – значение относительного среднего отклонения результата измерений S_j , %, вычисленного по формуле

$$S_j = \frac{1}{\dot{H}_{jв}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\dot{H}_{ijв} - \overline{\dot{H}_{jв}})^2}{n \cdot (n-1)}} \cdot 100 \% \quad (15)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (14), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{доп.}$, рассчитанных по формуле

$$\delta_{доп.} = \pm (30 + K / \dot{H}) \% \quad (16)$$

где \dot{H} – значение МЭД, мкЗв/ч;

K – коэффициент, равный 10,0 мкЗв/ч.

8.3.8 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения БДАБ провести следующим образом:

1) подключить БДАБ к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК. Включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и включить режим измерения плотности потока альфа-излучения;

2) открыть бета-фильтр. Детектор последовательно прикладывать вплотную к эталонным источникам альфа-излучения ^{239}Pu II-разряда одного из типов 4П9, 5П9 или 6П9 так, чтобы поверхность детектора была расположена параллельно поверхности источника, а геометрический центр поверхности источника находился на продолжении перпендикуляра, проходящего через геометрический центр чувствительной поверхности детектора с точностью ± 2 мм и нажать кнопку «ПУСК». При установлении значения статистической погрешности менее 5% снять показание плотности потока альфа-излучения;

3) поверку основной относительной погрешности провести в контрольных точках согласно таблице 3;

Таблица 3

Плотность потока в контрольной точке, Φ_{0j} , мин ⁻¹ ·см ⁻²	Число измерений, n	Статистическая погрешность, %, не более
10-60	5	5
200-600	5	5
2000-6000	5	5
20000-60000	5	5
200000-400000	5	5

4) в каждой контрольной точке провести пять измерений плотности потока альфа-излучения Φ_{ij} , как указано в перечислении 2), причем каждое последующее измерение проводить повернув эталонный источник по окружности вокруг геометрического центра поверхности источника примерно на 72° относительно предыдущего положения источника;

5) рассчитать среднее значение $\bar{\Phi}_j$ плотности потока альфа-излучения для каждой контрольной точки по формуле

$$\bar{\Phi}_j = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \Phi_{ij} \quad (17)$$

6) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока δ_ϕ , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

1 Зап. ТИГР. 129-14



$$\delta_{\phi_j} = \frac{\bar{\phi}_j - \phi_{0j}}{\phi_{0j}}, \quad (18)$$

где ϕ_{0j} – плотность потока частиц с активной поверхности эталонного источника на момент испытаний, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения БДАБ для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (18), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{\text{доп.}}$, рассчитанных по формуле

$$\delta_{\text{доп.}} = \pm(20 + A/\phi)\%, \quad (19)$$

где A – коэффициент, равный $10 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;

ϕ – измеренная плотность потока альфа-излучения.

8.3.9 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения БДАБ провести в следующей последовательности:

1) подключить БДАБ к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК. Включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и включить режим измерения плотности потока бета-излучения;

2) закрыть на блоке детектирования защитный бета-фильтр и детектор прикладывать вплотную к эталонному источнику бета-излучения $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ одного из типов 4CO, 5CO, 6CO II-разряда так, чтобы поверхность детектора была расположена параллельно поверхности источника, а геометрический центр поверхности источника находился на продолжении перпендикуляра, проходящего через геометрический центр чувствительной поверхности детектора с точностью ± 2 мм. Нажать кнопку "ОК". При установлении значения статистической погрешности менее 10 % нажать кнопку "СТОП";

3) открыть бета-фильтр. Установить на детектор альфа-фильтр. Детектор установить на тот же эталонный источник в прежнее положение и нажать кнопку "ПУСК". При установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять показание плотности потока бета-излучения ϕ_{ij} ;

4) не меняя эталонный источник, измерения по перечислениям 2), 3) провести в четырех взаимно перпендикулярных направлениях при смещении центра детектора на 15 мм относительно центра источника;

5) проверку по перечислениям 2) – 4) провести в контрольных точках согласно таблице 4;

Таблица 4

Плотность потока в контрольной точке, $\phi_{0j}, \text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$	Число измерений, n	Статистическая погрешность, %, не более
10-60	5	5
200-600	5	5
2000-6000	5	5
20000-60000	5	5
600000-900000	5	5

б) рассчитать среднее значение $\bar{\phi}_j$ плотности потока бета-излучения для каждой контрольной точки по формуле (17);

7) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока δ_{ϕ} , %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле (18).

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения БДАБ для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (18), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{\text{доп.}}$, рассчитанных по формуле

1 Зап. ТИГР 129-14



$$\delta_{\text{доп}} = \pm(20 + A/\varphi)\%, \quad (20)$$

где A – коэффициент, равный $100 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;

φ – измеренная плотность потока бета-излучения.

8.3.10 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДГЗ провести следующим образом:

1) подключить БДГЗ к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК;
 2) установить БДГЗ на поверочную дозиметрическую установку с источником гамма-излучения ^{137}Cs так, чтобы боковая сторона БДГЗ была обращена к источнику излучения, ось потока излучения проходила через геометрический центр детектора и совпадала с нормалью, проведенной через геометрический центр детектора. Геометрический центр детектора обозначен значком “+” на торцевой стороне корпуса и кольцевой проточкой на боковой стороне корпуса БДГЗ. Включить БДОИ. Выбрать режим измерения МЭД БДГЗ;

3) при установлении значения статистической погрешности менее 10 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-фона в отсутствие источника излучений. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД фона \bar{N}_ϕ по формуле (1);

4) последовательно установить БДГЗ на дозиметрической установке так, чтобы геометрический центр детектора совпал с контрольными точками, в которых эталонное значение МЭД \dot{N}_0 равно 0,8; 8,0; 30,0 мкЗв/ч;

5) при установлении значения статистической погрешности менее 5 % снять пять результатов измерения МЭД гамма-излучения в каждой контрольной точке. Результаты измерения снять с интервалом не менее 30 с и рассчитать среднее значение МЭД \dot{N}_j для каждой контрольной точки по формуле (2);

6) вычислить относительную погрешность измерения $Q_j, \%$, по формуле (3);

7) рассчитать доверительные границы допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД, $\delta, \%$, при доверительной вероятности 0,95 по формуле (4).

Результаты поверки считать положительными, если значения доверительных границ основной относительной погрешности измерения МЭД для всех поверяемых точек, рассчитанные по формуле (4), не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности $\delta_{\text{доп}} = \pm 25 \%$.

8.3.11 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДГЗ в режиме накопления сцинтилляционных спектров провести в следующей последовательности:

1) подключить БДГЗ к БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК;

2) включить БДОИ, БОИ (БОИ-01) или ПК и установить режим накопления спектра согласно РЭ на БДГ1;

3) расположить источники гамма-излучения ^{137}Cs и ^{57}Co активностью от 10^4 до 10^5 Бк из набора эталонных спектрометрических гамма-источников типа ОСГИ-3-2 на таком расстоянии от поверхности сцинтилляционного детектора напротив геометрического центра, чтобы скорость счета при этом не превышала 1000 имп/с;

4) произвести набор спектра до тех пор, пока на ЖКИ не станет хорошо различим набираемый спектр или в течение не менее 100 с. На ЖКИ должен индцироваться набираемый спектр;

5) прекратить набор спектра и записать набранный спектр в память прибора. Порядок передачи спектров из прибора в ПК проводят в соответствии с РЭ на БДОИ, раздел 11.10 или с РЭ на БОИ (БОИ-01), раздел 11.6;

6) порядок работы со спектрами, сохраненными в ПК, описан в файле Read Me программы пользователя;

7) относительное энергетическое разрешение $\eta_{\text{отн}}, \%$, определить по формуле (5).
 Результаты поверки считать положительными, если относительное энергетическое раз-



шение $\eta_{\text{отн}}$, %, определенное по формуле (5), не превышает 8,5 %.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

9.2 При положительных результатах первичной поверки в паспорте (раздел «Свидетельство о приемке») ставится подпись, поверительное клеймо и дата поверки.


9.3 При положительных результатах периодической или внеочередной поверки на прибор выдается свидетельство о поверке установленной формы (в соответствии с ТКП 8.003-2011, приложение Г) и в паспорте (раздел "Особые отметки") ставится подпись, поверительное клеймо и дата поверки.

9.4 При отрицательных результатах поверки прибор к применению не допускается. На него выдается извещение о непригодности (в соответствии с ТКП 8.003-2011, приложение Д) с указанием причин непригодности. При этом поверительное клеймо гасят, а свидетельство о поверке аннулируют.


Разработчик ООО "Полимастер"

Разработали:

Инженер по метрологии


М.А. Левин
" 0 " 06 2020 г

Ведущий инженер-конструктор


Д.Г. Боровик
" 5 " 06 2020 г



Приложение А
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки
Дозиметра-радиометра МКС-РМ1403 зав. № _____

Дата поверки _____

Поверка проводилась _____
поверочный орган

Условия поверки:

- температура _____ °С;
- относительная влажность _____ %;
- атмосферное давление _____ кПа;
- внешний фон гамма-излучения _____ мкЗв/ч

Средства поверки:

А.1 Внешний осмотр:

- документация _____
- комплектность _____
- отсутствие механических повреждений _____

А.2 Опробование:

- работоспособность _____

А.3 Метрологические характеристики

А.3.1 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДОИ

Таблица А.1

Эталонное значение МЭД, \dot{H}^* (10), мкЗв/ч	Источник ^{137}Cs № _____	Значение МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч		Погрешность, %		
		измеренное значение, \dot{H}^*_{ji}	среднее значение, $\bar{\dot{H}^*}_j$	$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
фон				-	-	-
0,8						
8,0						± 30
80						



4 Зап. ТИГР 129-14

А.3.2 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДОИ в режиме накопления сцинтилляционных спектров гамма-излучения

Таблица А.2

Наименование параметра	Значение параметра
E_1 , значение энергии ^{57}Co в ППП, кэВ	122,06
E_2 , значение энергии ^{137}Cs в ППП, кэВ	661,67
S_1 , центроида ППП линии излучения ^{57}Co , канал	
S_2 , центроида ППП линии излучения ^{137}Cs , канал	
K , энергетическая ширина канала, кэВ	
Δ_n , ширина ППП линии излучения ^{137}Cs на половине высоты, канал	
$\eta_{\text{абс}}$, абсолютное энергетическое разрешение, кэВ	
$\eta_{\text{отн}}$, относительное энергетическое разрешение, %	
Допустимое $\eta_{\text{доп}}$, относительное энергетическое разрешение, %	7,5

А.3.3 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДГ1

Таблица А.3

Эталонное значение МЭД, \dot{N}^* (10), мкЗв/ч.	Источник ^{137}Cs № _____	Значение МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч		Погрешность, %		
		измеренное значение, \dot{N}^*_{ji}	среднее значение, $\bar{\dot{N}}^*_j$	$Q_{\text{изм}}$	$\pm \delta_{\text{изм}}$	$\pm \delta_{\text{доп}}$
фон				-	-	-
0,8						$\pm 22,5$
8,0						$\pm 20,25$
80						± 20

А.3.4 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДГ1 в режиме накопления сцинтилляционных спектров гамма-излучения

Таблица А.4

Наименование параметра	Значение параметра
E_1 , значение энергии ^{57}Co в ППП, кэВ	122,06
E_2 , значение энергии ^{137}Cs в ППП, кэВ	661,67
S_1 , центроида ППП линии излучения ^{57}Co , канал	
S_2 , центроида ППП линии излучения ^{137}Cs , канал	
K , энергетическая ширина канала, кэВ	
Δ_n , ширина ППП линии излучения ^{137}Cs на половине высоты, канал	
$\eta_{\text{абс}}$, абсолютное энергетическое разрешение, кэВ	
$\eta_{\text{отн}}$, относительное энергетическое разрешение, %	
Допустимое $\eta_{\text{доп}}$, относительное энергетическое разрешение, %	8,5



А.3.5 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДГ2

Таблица А.5

Эталонное значение МЭД, $\dot{H}^*(10)$	Источник ^{137}Cs № _____	Значение МЭД в контрольной точке			Погрешность, %		
		измеренное значение, \dot{H}^*_{ji}	среднее значение, $\overline{\dot{H}^*}_j$		$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
мкЗв/ч							
фон					-	-	-
3,0							$\pm 20,7$
30,0							± 20
300,0							± 20
мЗв/ч							
3,0							± 20
30,0							± 20
300,0							± 20
Зв/ч							
3,0							± 20
8,0							± 20

А.3.6 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭД фотонно-го излучения БДГ2

Таблица А.6

Эталонное значение МЭД, $\dot{H}^*(10)$	Расчетное значение ЭД, $H^*(10)$	Значение ЭД в контрольной точке, $H^*(10)$		Измеренное значение ЭД в контрольной точке, $H^*(10)$	Погрешность, %		
		начальное значение ЭД	конечное значение ЭД		$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
8,0 мкЗв/ч							± 10
80,0 мЗв/ч							
800 мЗв/ч							

А.3.7 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД нейтронного излучения БДН

Таблица А.7

Эталонное значение МЭД, $\dot{H}^*(10)$, мкЗв/ч	Значение коэффициента B_R	Значение МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч			Погрешность, %		
		измеренное значение, \dot{H}^*_{ji}	среднее значение, $\overline{\dot{H}^*}_i$	$\overline{\dot{H}^*}_{jB_R}$	$Q_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
3							$\pm 33,3$
30							$\pm 30,3$
300							± 30
1500							± 30
4000							



А.3.8 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока альфа-излучения БДАБ

Таблица А.8

Эталонное значение плотности потока, φ_{oj} , мин ⁻¹ см ⁻²	Тип источника, № источника	Значение плотности потока в контрольной точке, мин ⁻¹ см ⁻²		Погрешность, %	
		измеренное значение, φ_{ji}	среднее значение $\bar{\varphi}_i$	$\pm \delta_{\varphi}$ изм.	$\pm \delta_{\text{доп}}$
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				

А.3.9 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-излучения БДАБ

Таблица А.9

Эталонное значение плотности потока, φ_{oj} , мин ⁻¹ см ⁻²	Тип источника, № источника	Значение плотности потока в контрольной точке, мин ⁻¹ см ⁻²		Погрешность, %	
		измеренное значение, φ_{ji}	среднее значение $\bar{\varphi}_i$	$\pm \delta_{\varphi}$ изм.	$\pm \delta_{\text{доп}}$
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				
	Тип _____ № _____				

А.3.10 Определение допускаемой основной относительной погрешности измерения МЭД фотонного излучения БДГЗ

Таблица А.10

Эталонное значение МЭД, $\dot{H}^*(10)$, мкЗв/ч.	Источник ¹³⁷ Cs №	Значение МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч		Погрешность, %		
		измеренное значение, \dot{H}^*_{ji}	среднее значение, $\bar{\dot{H}}^*_j$	Q изм.	$\pm \delta_{\text{изм.}}$	$\pm \delta_{\text{доп.}}$
фон				-	-	-
0,8						± 25
8,0						
30						



А.3.11 Определение относительного энергетического разрешения при работе БДГЗ в режиме накопления сцинтиляционных спектров гамма-излучения

Таблица А.11

Наименование параметра	Значение параметра
E_1 , значение энергии ^{57}Co в ППП, кэВ	122,06
E_2 , значение энергии ^{137}Cs в ППП, кэВ	661,67
S_1 , центроида ППП линии излучения ^{57}Co , канал	
S_2 , центроида ППП линии излучения ^{137}Cs , канал	
K , энергетическая ширина канала, кэВ	
Δ_n , ширина ППП линии излучения ^{137}Cs на половине высоты, канал	
$\eta_{\text{абс}}$, абсолютное энергетическое разрешение, кэВ	
$\eta_{\text{отн}}$, относительное энергетическое разрешение, %	
Допустимое $\eta_{\text{доп}}$, относительное энергетическое разрешение, %	8,5

Выводы _____

Свидетельство
 (извещение о непригодности)

№ _____ от _____

Поверку провел _____
 подпись

(_____)

- Нов. ТИГР.129-14

