

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

И. о. директора ФГУП «ВНИИМ
им. Д. И. Менделеева»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
КРИВЦОВ Е. П.
ДОВЕРЕННОСТЬ № 23/2021
ОТ 17 МАЯ 2021

А.Н. Пронин

М.П. «26» января 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры-радиометры ДКС-502 «Ангара»

Методика поверки

МП 2103-011-2021

Руководитель отдела измерений
ионизирующих излучений ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


С.Г. Трофимчук

« _____ » _____ 2021

Научный сотрудник


Д.С. Гришин

Научный сотрудник


Г.В. Жуков

Санкт-Петербург
2021

Содержание

Общие положения	3
1 Операции поверки	3
2 Требования к условиям проведения поверки	4
3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	5
6 Внешний осмотр средства измерений	5
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
8 Проверка программного обеспечения средства измерений	5
9 Определение метрологических характеристик	6
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	7
11 Оформление результатов поверки	8
Приложение А(рекомендуемое)	9

Общие положения

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на дозиметры-радиометры ДКС-502 «Ангара» (далее по тексту – приборы), предназначенные для измерений амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$, мощности амбиентного эквивалента дозы $\dot{H}^*(10)$ фотонного излучения и плотности потока бета-излучения.

Настоящая МП устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Поверка проводится методом прямых измерений величин, воспроизводимых эталоном, и обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин ГЭТ 8-2019 и ГЭТ 6-2016.

Первичной поверке подлежат приборы до ввода в эксплуатацию и выпускаемые в обращение после ремонта.

Периодической поверке подлежат приборы, находящиеся в эксплуатации.

Примечание. При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Примечание. Настоящей МП предусмотрена возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин. Настоящей МП не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных измерительных блоков из состава СИ на меньшем числе диапазонов измерений.

1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6	да	да
2 Опробование	7	да	да
3 Подтверждение соответствия ПО	8	да	да
4 Определение метрологических характеристик:	9	да	да
4.1 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (далее – МАЭД) гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs	9.1	да	да*
4.2 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц радионуклидов $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$	9.2	да	да*
5 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	10	да	да
6 Оформление результатов поверки	11	да	да

* По письменному заявлению заказчика поверка может проводиться по меньшему числу измеряемых величин.

2 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- уровень фона гамма-излучения, мкЗв/ч не более 0,20

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области дозиметрии и радиометрии, изучившие руководство по эксплуатации и допущенные к поверке СИ в установленном порядке.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2.

4.2 Все эталоны и средства измерений (СИ) должны быть исправны и иметь действующие свидетельства об аттестации или о поверке.

Таблица 2 – Средства измерений, применяемые при поверке

Номер пункта методики поверки	Наименование средств поверки и вспомогательного оборудования	Метрологические и основные технические характеристики
9.1	Рабочий эталон 3-го разряда - установка эталонная дозиметрическая мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения с набором источников из радионуклида ^{137}Cs по Государственной поверочной схеме 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 Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314	Диапазон МАЭД от $5 \cdot 10^{-4}$ до 100 мЗв/ч; Погрешность МАЭД не более 7 %.
9.2	Рабочий эталон 2-го разряда – радионуклидные источники бета-излучения на основе радионуклидов $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ одного из типов 4СО, 5СО или 6СО по Государственной поверочной схеме для средств измерений активности, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников, утвержденная приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2841	Диапазон плотности потока бета-частиц от 10 до 30000 част/(мин·см ²); Погрешность не более 6 %.
2	Термометр	Диапазон измерений от 0 до +40 °С. Цена деления 1 °С
2	Барометр	Диапазон измерений от 80 до 106 кПа. Погрешность не более 3 %
2	Психрометр аспирационный	Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 10 до 100 %, Абсолютная погрешность не более 5 %
2	Дозиметр ДКС-АТ1123	Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы 0,05 мкЗв/ч–10 Зв/ч; погрешность ±15 %

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010 СП 2.6.1.2612-10, Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009 СанПиН 2.6.1.2523-09, Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, действующих инструкций по мерам безопасности в поверочной лаборатории, а также требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах технической документации на средства поверки и правила техники безопасности, действующие на данном предприятии.

5.2 К работе должны привлекаться только сотрудники, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений.

6 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие эксплуатационной документацией (далее – ЭД), описания типа и свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- соответствие комплектности поверяемого прибора требованиям ЭД;
- читаемость и соответствие маркировки прибора;
- отсутствие механических повреждений корпуса (трещин, сколов), повреждений пленочной клавиатуры и ЖКИ, целостность защитной перфорации и входного окна детектора.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с ЭД на прибор.

7.2 Прибор и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с ЭД на них.

7.3 Необходимо убедиться в годности элементов питания прибора: ресурс должен составлять не менее 50 %.

7.4 Под серией измерений в контролируемой точке при поверке подразумевается снятие показаний с интервалом не менее 20 секунд с момента достижения дозиметром предельной точности измерения (значок $\gamma(\gamma\beta)$ перестаёт мигать, значение статистической погрешности не более 25 %). При смене эталонного значения МАЭД серию измерений начинают не ранее чем через 60 сек.

7.5 Проверяют функционирование прибора в режиме «ДОЗИМЕТР» и в режиме «РАДИОМЕТР».

7.6 Опробование дозиметров производится путем проведения замеров во всех режимах согласно эксплуатационной документации на фоновых уровнях излучения.

7.7 Для всех режимов отображения информации необходимо отключить пороги срабатывания тревожной сигнализации.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

В связи с недоступностью идентификационных данных подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) прибора включает проверку сохранности ПО, Результат считают положительным при отсутствии сообщений об ошибках при запуске прибора (осуществляется проверка целостности ПО) и наличии и целостности этикетки контроля вскрытия, разрушаемой при попытке вывернуть винт в батарейном отсеке (Рисунок 1).

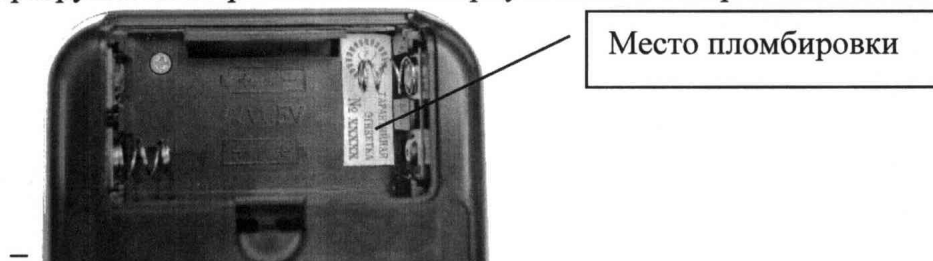


Рисунок 1 – Контроль несанкционированного доступа

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы (далее – МАЭД) гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs

9.1.1 Проверку диапазона и определение основной относительной погрешности измерения мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы (далее – МАЭД) гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs проводят на установке эталонной 3-го разряда дозиметрической единиц AMBIENTНОГО эквивалента дозы и мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения с источником ^{137}Cs (далее – эталонная установка) в последовательности, указанной ниже.

9.1.2 Устанавливают прибор на эталонной установке так, чтобы центральная ось коллимированного пучка излучения проходила через центр чувствительной области детектора дозиметра. Центр чувствительной области детектора соответствует центру подвижного фильтра на расстоянии 10 мм от стенки корпуса прибора, обращённой к источнику излучения. Расстояние от центра чувствительной области детектора прибора до источника ионизирующего излучения в установке должно быть достаточным, чтобы детектор прибора находился в равномерном однородном поле излучения.

9.1.3 Переключают прибор в режим «ДОЗИМЕТР».

9.1.4 Проводят серию из 7 измерений фона в отсутствии гамма-излучения. Вычисляют среднее арифметическое значение показаний прибора \bar{M}_ϕ .

9.1.5 Измерения МАЭД гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs проводят в точках диапазона измерений с эталонными значениями МАЭД, указанными в таблице 3. В каждой точке проводят серию из 7 измерений МАЭД, записывают показания прибора M_i . По окончании серии измерений вычисляют среднее арифметическое значение показаний прибора \bar{M} .

Таблица 3 – Эталонные значения МАЭД гамма-излучения при поверке

№ точки измерения	1	2	3	4	5	6
Эталонное значение $\dot{H}^*(10)$, мкЗв/ч	0,6 – 0,8	6,0 – 8,0	60 – 80	600 – 800	6000 – 8000	60000 – 80000

9.1.6 Определяют показания прибора с учетом фона \bar{M} по формуле:

$$\bar{M} = \bar{M} - \bar{M}_\phi \quad (1)$$

9.1.7 Оценку систематической составляющей погрешности $\hat{\theta}$ вычисляют по формуле:

$$\hat{\theta} = \bar{M} - \dot{H}_0 \quad (2)$$

где \dot{H}_0 – эталонное значение МАЭД $\dot{H}^*(10)$

9.1.8 Оценку СКО случайной составляющей погрешности $\hat{\sigma}$ вычисляют по формуле:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_i (M_i - \bar{M})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

где: n – количество измерений.

9.1.9 Определяют доверительные границы суммарной абсолютной погрешности при $P=0,95$

$$\Delta = \sqrt{(\hat{\theta} + \Delta_{sm})^2 + (1,96 \cdot \hat{\sigma})^2} \quad (4)$$

где Δ_{sm} – абсолютная погрешность определения эталонного значения МАЭД $\dot{H}^*(10)$

9.1.10 Определяют доверительные границы относительной погрешности по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{\dot{H}_0} \cdot 100\% \quad (5)$$

9.1.11 Результаты проверки по п. 9.1 считаются положительными, если значения δ , полученные для точек 1 – 5, не превышают пределов $\pm(15+4/H)\%$ где H – безразмерная

величина, численно равная отображаемой величине МАЭД в мкЗв/ч, и значение δ , полученное для точки 6, не превышает пределов $\pm 20\%$.

9.2 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц

9.2.1 Проверку диапазона измерений, предела показаний и определение основной относительной погрешности измерения плотности потока бета-частиц проводят с помощью рабочего эталона 2-го разряда (по Государственной поверочной схеме для средств измерений активности, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2841) – радионуклидных источников бета-излучения на основе радионуклидов $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ одного из типов 4СО, 5СО или 6СО в последовательности, указанной ниже.

9.2.2 Переключают прибор в режим «РАДИОМЕТР», включают режим отображения плотности потока без вычета γ -фона.

9.2.3 Проводят измерения фона в отсутствии бета-излучения, записывают показания прибора $M_{\phi i}$. Проводят не менее 5 измерений фона. Вычисляют среднее арифметическое значение показаний прибора \bar{M}_{ϕ} .

9.2.4 Размещают дозиметр-радиометр непосредственно на поверхности эталонного источника β -излучения одного из типов 4СО, 5СО или 6СО с плотностью потока β -частиц, соответствующей проверочной точке j Таблицы 4, таким образом, чтобы центр чувствительной области детектора прибора располагался над центром радионуклидного источника.

9.2.5 Проводят измерения плотности потока бета-частиц радионуклидов $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ в каждой поверочной точке таблицы 4. В каждой точке проводят серию из 5 измерений плотности потока, записывают показания прибора M_i . По окончании серии измерений вычисляют среднее арифметическое значение показаний прибора \bar{M} в каждой точке измерений.

Таблица 4 – Эталонные значения плотности потока бета-частиц при поверке

№ точки измерения	1	2	3	4	5
Эталонное значение ϕ , част/(мин·см ²)	10 – 20	70 – 100	700 – 1000	7000 – 10000	15000 – 29000

9.2.6 Определяют доверительные границы относительной погрешности по формулам (1) – (5).

9.2.7 Результаты проверки по п. 9.2 считаются положительными, если значения δ , определенные для точек 1 – 3, не превышают пределов $\pm(15 + 190/\phi)\%$, где ϕ – безразмерная величина, численно равная отображаемой величине плотности потока в ч/(мин·см²), для точек 4 – 5 не превышают пределов $\pm 20\%$.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результат поверки признают положительным, если операции по п.п. 9.1 – 9.2 выполнены с положительными результатами.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Все результаты заносятся в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

11.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

11.3 По заявлению владельца прибора положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке по установленной форме. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.4 На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

– метрологические характеристики прибора, определенные при поверке: основную относительную погрешность прибора при измерении МАЭД гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs в диапазоне измерений, в котором произведена поверка, и основную относительную погрешность прибора при измерении плотности потока бета-частиц в диапазоне измерений, в котором произведена поверка.

11.5 Прибор, не прошедший поверку, к обращению не допускается. На прибор выдают извещение о непригодности по установленной форме. Свидетельство о предыдущей поверке на прибор, не прошедший периодическую поверку, аннулируют.

Приложение А
(рекомендуемое)
ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от _____ г. к свидетельству о поверке (извещению о непригодности)
№ _____ от _____ г.

Наименование средства измерения (эталоны), тип	дозиметр-радиометр ДКС-502 «Ангара»
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки:

Методика поверки:

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики	Примечание

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25	
Атмосферное давление, кПа	от 86 до 106	
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 75	
Внешний фон гамма-излучения, мкЗв/ч	не более 0,25	

Результаты поверки

1 Внешний осмотр:

Внешний вид, комплектность, маркировка *соответствует (не соответствует)* требованиям технической документации.

Внешние повреждения прибора *отсутствуют (присутствуют)*.

Вывод: результаты проверки: *положительные (отрицательные)*.

2 Опробование:

Прибор *работоспособен (не работоспособен)*.

Сообщения об ошибках *отсутствуют (имеются; указать содержание)*.

Результаты опробования *положительные (отрицательные)*

3 Подтверждение сохранности программного обеспечения (ПО)

Результаты подтверждения сохранности ПО *положительные (отрицательные)*.

4 Определение метрологических характеристик:

Таблица 1 – Определение основной относительной погрешности прибора при измерении МАЭД гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs

№	$H * (10)$, мкЗв/ч	\bar{M} , мкЗв/ч	СКО, %	$\hat{\theta}$, %	${}^{\circ}\delta$, %	Δ , %
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Полученные при поверке доверительные границы относительной погрешности прибора при измерении МАЭД гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs составляют \pm __ %.

Таблица 2 – Определение основной относительной погрешности прибора при измерении плотности потока бета-частиц

№	ϕ_0 , част/(мин·см ²)	\bar{M} , част/(мин·см ²)	СКО, %	$\hat{\theta}$, %	${}^{\circ}\delta$, %	Δ , %
1						
2						
3						
4						
5						

Полученные при поверке доверительные границы относительной погрешности прибора при измерении плотности потока бета-частиц составляют \pm __ %.

Заключение: дозиметр-радиометр ДКС-502 «Ангара» зав. № _____ соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признан пригодным (непригодным) к применению.

На основании результатов поверки выдано:

Свидетельство о поверке № _____ от _____ г.

(Извещение о непригодности № _____ от _____ г.

Причина непригодности: _____)

Поверку произвели

_____	_____	_____
ФИО	подпись	Дата
_____	_____	_____
ФИО	подпись	Дата