

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

СОГЛАСОВАНО

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



А.Н. Пронин

«26» марта 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры индивидуальные прямопоказывающие EPD TruDose

Методика поверки

МП 2103-003-2021

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "S.G. Trofimchuk".

С.Г. Трофимчук

«25» марта 2021 г.

Научный сотрудник

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "S.A. Fedina".

С.А. Федина

Научный сотрудник

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "D.S. Grishin".

Д.С. Гришин

г. Санкт-Петербург
2021 г.

Содержание

Общие положения.....	3
1 Операции поверки.....	3
2 Средства поверки.....	4
3 Требования к квалификации поверителей	4
4 Требования безопасности.....	5
5 Условия поверки	4
6 Подготовка к поверке	5
7 Проведение поверки	6
7.1 Внешний осмотр.....	6
7.2 Опробование	6
7.3 Подтверждение соответствия ПО	6
7.4 Определение метрологических характеристик	7
7.4.1 Определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(10)$ и ИЭД $H_p(10)$ гамма-излучения.....	7
7.4.2 Определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ и ИЭД $H_p(0,07)$ гамма-излучения.....	9
7.4.3 Определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ и ИЭД $H_p(0,07)$ бета-излучения.....	9
7.4.4 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(10)$ в полях фотонного излучения.....	10
7.4.5 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях фотонного излучения	11
7.4.6 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях бета-излучения.....	11
8 Оформление результатов поверки	11
Приложение А_(рекомендуемое).....	13

Общие положения

Настоящая методика поверки (далее МП) распространяется на дозиметры индивидуальные прямопоказывающие EPD TruDose (далее – дозиметры), предназначенные для измерения индивидуального эквивалента дозы (ИЭД) $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ и мощности индивидуального эквивалента дозы (МИЭД) $\dot{H}_p(10)$ и $\dot{H}_p(0,07)$ рентгеновского, гамма- и бета-излучений.

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 9-2018.

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

Периодической поверке подлежат дозиметры, 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 Подготовка к поверке и опробование	7	да	да
3 Проверка программного обеспечения	8	да	да
4 Определение метрологических характеристик:	9	да	да
4.1 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(10)$ и ИЭД $H_p(10)$ гамма-излучения	9.1	да*	да*
4.2 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ и ИЭД $H_p(0,07)$ гамма-излучения	9.2	да*	да*
4.3 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ и ИЭД $H_p(0,07)$ бета-излучения	9.3	да*	да*

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.4 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(10)$ в полях фотонного излучения	9.4	да**	да**
4.5 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях фотонного излучения	9.5	да**	да**
4.6 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях бета-излучения	9.6	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: $\{ \dot{H}_p(10), H_p(10) \}$ гамма-излучения, $\{ \dot{H}_p(0,07), H_p(0,07) \}$ гамма-излучения или $\{ \dot{H}_p(0,07), H_p(0,07) \}$ бета-излучения, но не менее, чем по одной.

** Определение энергетической зависимости не проводится, если по заявлению заказчика не проведена поверка по соответствующим величинам МИЭД и ИЭД

2 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 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 0,2

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области дозиметрии, изучившие руководство по эксплуатации и допущенные к поверке дозиметрических средств измерений 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 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, 9.2	Установки 1-го разряда эталонные дозиметрические единиц индивидуального эквивалента дозы и мощности индивидуального эквивалента дозы гамма-излучения с источником ^{137}Cs по Государственной поверочной схеме для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и	Диапазон мощности индивидуального эквивалента дозы от $2 \cdot 10^{-10}$ до $3 \cdot 10^{-3}$ Зв/с, погрешность не более 3 %; Диапазон индивидуального эквивалента дозы от 10^{-7} до 10 Зв, погрешность не более 3 %.

Номер пункта методики поверки	Наименование средств поверки и вспомогательного оборудования	Метрологические и основные технические характеристики
	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	
9.3, 9.6	Дозиметрические поверочные установки бета-излучения по Государственной поверочной схеме для средств измерений поглощенной дозы, мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения и их мощностей с источниками $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ и ^{85}Kr	<p>Диапазон мощности индивидуального эквивалента дозы от 10^{-7} до $3 \cdot 10^{-3}$ Зв/с, погрешность не более 7 %;</p> <p>Диапазон индивидуального эквивалента дозы от $3 \cdot 10^{-6}$ до 10 Зв, погрешность не более 10 %.</p>
9.4, 9.5	Установки 1-го разряда эталонные дозиметрические единиц кермы в воздухе, экспозиционной дозы, амбиентного, индивидуального, направленного эквивалентов дозы и их мощностей рентгеновского излучения с энергией от 15 до 250 кэВ по ГОСТ Р 8.804-2012	<p>Диапазон мощности индивидуального эквивалента дозы от 10^{-7} до 10^{-4} Зв/с, погрешность не более 5 %.</p>
9.1 – 9.6	Водный фантом по ISO 4037	Размеры не менее 30×30×15 см
2	Метеометр МЭС-200А	<p>Диапазон измерения давления от 80 до 110 кПа, погрешность $\pm 0,3$ кПа;</p> <p>Диапазон измерения температуры от минус 40 до 85 °С, погрешность $\pm 0,2$ °С;</p> <p>Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 10 до 98 %, погрешность ± 3 %</p>
2	Дозиметр ДКС-АТ1123	<p>Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы 0,05 мкЗв/ч–10 Зв/ч;</p> <p>погрешность ± 15 %</p>
<p><i>Примечание.</i> Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.</p>		

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:

- соответствие комплектности поверяемого дозиметра требованиям ЭД в объеме, необходимом для проведения поверки;
- наличие ЭД, описания типа и свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);

– отсутствие на дозиметре загрязнений, механических повреждений, влияющих на его работоспособность.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией (далее – ЭД) на дозиметр.

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

7.3 При проведении опробования должна быть проверена работоспособность дозиметра в соответствии с ЭД (раздел «Проведение проверки достоверности» Руководства по эксплуатации). Результат опробования считается положительным, если по завершении проверки достоверности дозиметр отобразит дисплей по умолчанию, коды ошибок отсутствуют.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

Подтверждение соответствия ПО дозиметра включает:

- проверку наличия и соответствия идентификационных наименований и номеров версий программных модулей ПО;
- проверку цифровых идентификаторов (контрольная сумма исполняемого кода) программных модулей ПО.

Комплектность и идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО, приведенные в описании типа.

Идентификационные данные	Значение	
	Встроенное	Автономное (внешнее)
Идентификационное наименование ПО	TruDose-BG	EasyEPD3 (файл Easy-EPD3.exe)
Номер версии ПО	1.5.10.4 ¹⁾	1.7.8.0 ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО (по MD5)	недоступен	f0e94679bdf0d427038c40dd743a76bf ²⁾

¹⁾ Номер версии не ниже указанного в таблице

²⁾ Контрольная сумма файла относится к указанной в таблице версии программного обеспечения

Наименование и номер версии встроенного ПО TruDose-BG отображается при выполнении операций, описанных в документе «EPD TruDose. Дозиметры индивидуальные прямопоказывающие фотонного и бета-излучения. Руководство по эксплуатации», Глава 4, раздел «Информация о версии встроенного программного обеспечения EPD» (Menu → Diagnostics → Version).

Наименование и номер версии автономного ПО EasyEPD3 отображается в главном меню программы «EasyEPD3» (Options → Settings → About).

Контрольная сумма для исполняемого файла EasyEPD3.exe ПО EasyEPD3 рассчитывается по алгоритму MD5 при помощи стандартной программы MD5 FileChecker (либо аналогичной).

Определенные при первичной поверке номер версии и цифровой идентификатор указывают на оборотной стороне свидетельства о первичной поверке. Соответствие при

периодической поверке подтверждается сравнением номера версии и вычисленного цифрового идентификатора со значениями, указанными в «Свидетельстве о первичной поверке».

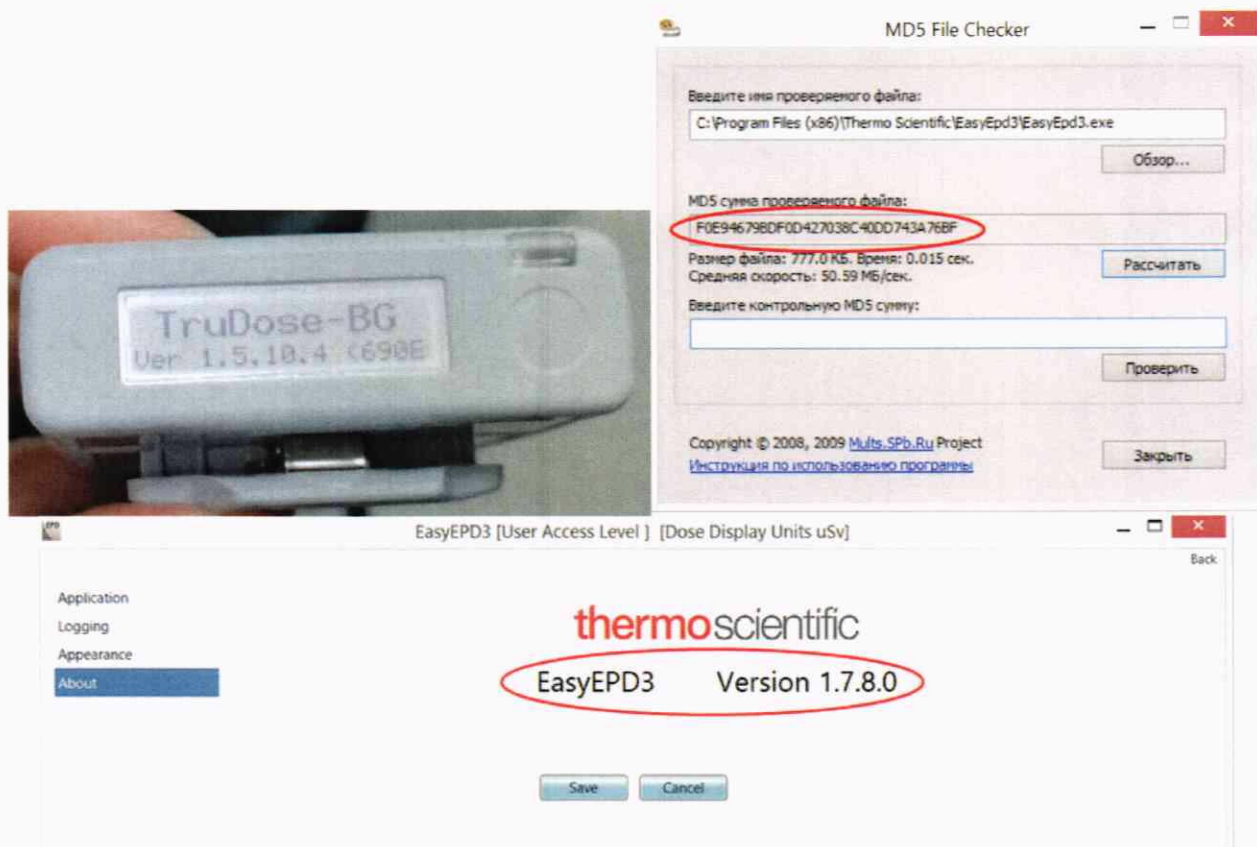


Рисунок 1 – Отображения версий и цифровых индикаторов ПО

9 Определение метрологических характеристик

При проведении поверки облучение дозиметров в полях фотонного и бета-излучения проводится с использованием водного фантома по ISO 4037. Для облучения дозиметр размещают на передней стенке водного фантома, обращенной к источнику излучения. При этом нормаль, проведенная из геометрического центра передней стенки фантома, должна совпадать с центральной осью коллиматора эталонной установки и проходить через реперную точку дозиметра. За реперную точку принимается центр чувствительного объема детекторов фотонного излучения, обозначенных метками на передней поверхности корпуса дозиметра.

Размер поля излучения установки, зависящий от расстояния источник-фантом и диаметра выходного окна коллиматора установки, должен полностью перекрывать переднюю стенку фантома.

9.1 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(10)$ и ИЭД $H_p(10)$ гамма-излучения

9.1.1 Определение основной относительной погрешности поверяемого дозиметра при измерениях МИЭД $\dot{H}_p(10)$ и ИЭД $H_p(10)$ гамма-излучения проводят с использованием установки 1-го разряда эталонной дозиметрической с источником ^{137}Cs по Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314, и водного фантома ISO в последовательности, указанной ниже.

9.1.2 Устанавливают дозиметр на дозиметрической установке согласно п. 9.

9.1.3 Проводят измерения фона дозиметра в отсутствии излучения. Проводят не менее 10 измерений фона $M_{\text{ф}}$ и рассчитывают среднее значение $\bar{M}_{\text{ф}}$.

9.1.4 Измерения ИЭД $H_p(10)$ проводят в точках диапазона измерений с эталонными значениями ИЭД, указанными в таблице 3. Измерения МИЭД $\dot{H}_p(10)$ проводят в точках диапазона измерений с эталонными значениями МИЭД, указанными в таблице 4, измерения МИЭД начинают спустя не менее чем 1 минуту нахождения дозиметра в поле излучения. В каждой точке проводят не менее n измерений (значение n для данной точки указано в таблицах 3 и 4), вычисляют их средние значения \bar{M} .

Таблица 3 – Точки диапазона измерений при проведении поверки по ИЭД $H_p(10)$

Номер точки измерения	Рекомендуемое эталонное значение $\dot{H}_p(10)$, мкЗв/ч	Рекомендуемое время измерения, с	Эталонное значение $H_p(10)$, мЗв	Количество измерений n
1	300 – 500	120	8,0 – 17	5

Таблица 4 – Точки диапазона измерений при проведении поверки по МИЭД $\dot{H}_p(10)$

Номер точки измерения	Эталонное значение $H_p(10)$	Единица измерений	Количество измерений n
1	5,0 – 9,0	мкЗв/ч	10
2	500 – 900	мкЗв/ч	7
3	50 – 90	мЗв/ч	5
4	5,0 – 9,0*	Зв/ч	5

Примечание: Для создания МИЭД $\dot{H}_p(10)$ в точках диапазона, отмеченных знаком (*), допускается применять метод эквивалентного поля с использованием в качестве источника фотонного излучения промышленного рентгеновского аппарата.

9.1.5 Определяют границы основной относительной погрешности дозиметров при измерении ИЭД $H_p(10)$ и МИЭД $\dot{H}_p(10)$ по формуле:

$$\Delta_{0(0,95)} = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_H + \sqrt{\sum \theta_j^2 / 3}} \cdot \sqrt{S_H^2 + \sum \theta_j^2 / 3} \quad (1)$$

где: ε – доверительные границы случайной погрешности измерений значения мощности кермы в воздухе, %, $\varepsilon = t_p \cdot S_H$;

t_p – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n (при $n = 5$ $t_p = 2,776$);

S_H – суммарное значение среднего квадратического отклонения результатов измерений при измерении ИЭД или МИЭД, $S_H = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2}$;

θ_{Σ} – границы неисключенной систематической погрешности при определении значения ИЭД или МИЭД, %, $\theta_{\Sigma} = k \sqrt{\sum_{j=1}^m \theta_j^2 + \Delta H^2}$ (при $P = 0,95$ $k = 1,1$);

ΔH – погрешность показаний дозиметров при измерении ИЭД или МИЭД, %, определяемая как $\Delta H = \frac{(\bar{M}_H - \bar{M}_{\phi}) - H_0}{H_0} \cdot 100$;

\bar{M}_{ϕ} – среднее арифметическое фоновых показаний дозиметров, мЗв или мЗв/ч;

\bar{M}_H – среднее арифметическое показаний дозиметров при измерении ИЭД, мЗв, или МИЭД, мЗв/ч;

H_0 – эталонное значение ИЭД, мЗв, или МИЭД, мЗв/ч

θ_j – j -я составляющая систематической погрешности, %.

9.1.6 Результаты проверки по п. 9.1 считают положительными, если максимальное значение $\Delta_{0(0,95)\max}$, определенное по формуле (1), при измерениях ИЭД $H_p(10)$ составляет не

более $\pm(5+0,01/H)$ %, где H – безразмерный коэффициент, численно равный показаниям прибора в мЗв, при измерениях МИЭД $\dot{H}_p(10)$ составляет не более $\pm(5+0,1/H)$ %, где H – безразмерный коэффициент, численно равный показаниям прибора в мЗв/ч.

9.2 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ и ИЭД $H_p(0,07)$ гамма-излучения

9.2.1 Определение основной относительной погрешности поверяемого дозиметра при измерениях МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ и ИЭД $H_p(0,07)$ гамма-излучения проводят с использованием установки 1-го разряда эталонной дозиметрической с источником ^{137}Cs по Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314, и водного фантома ISO в последовательности, указанной ниже.

9.2.2 Устанавливают дозиметр на дозиметрической установке согласно п. 9.

9.2.3 Проводят измерения фона дозиметра в отсутствии излучения. Проводят не менее 10 измерений фона M_{ϕ} и рассчитывают среднее значение \bar{M}_{ϕ} .

9.2.4 Измерения ИЭД $H_p(0,07)$ проводят в точках диапазона измерений с эталонными значениями ИЭД, указанными в таблице 5. Измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ проводят в точках диапазона измерений с эталонными значениями МИЭД, указанными в таблице 6, измерения МИЭД начинают спустя не менее чем 1 минуту нахождения дозиметра в поле излучения. В каждой точке проводят не менее n измерений (значение n для данной точки указано в таблицах 5 и 6), вычисляют их средние значения \bar{M} .

Таблица 5 – Точки диапазона измерений при проведении поверки по ИЭД $H_p(0,07)$

Номер точки измерения	Рекомендуемое эталонное значение $\dot{H}_p(0,07)$, мкЗв/ч	Рекомендуемое время измерения, с	Эталонное значение $H_p(0,07)$, мЗв	Количество измерений n
1	300 – 500	120	8,0 – 17	5

Таблица 6 – Точки диапазона измерений при проведении поверки по МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$

Номер точки измерения	Эталонное значение $H_p(0,07)$	Единица измерений	Количество измерений n
1	50 – 90	мкЗв/ч	10
2	500 – 900	мкЗв/ч	7
3	50 – 90	мЗв/ч	5
4	5,0 – 9,0*	Зв/ч	5

Примечание: Для создания МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в точках диапазона, отмеченных знаком (*), допускается применять метод эквивалентного поля с использованием в качестве источника фотонного излучения промышленного рентгеновского аппарата.

9.2.5 Определяют границы основной относительной погрешности дозиметров при измерениях ИЭД $H_p(0,07)$ и МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ по формуле (1).

9.2.6 Результаты проверки по п. 7.4.2 считают положительными, если максимальное значение $\Delta_{0(0,95)\max}$, определенное по формуле (1), при измерениях ИЭД $H_p(0,07)$ составляет не более ± 15 %, при измерениях МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ составляет не более $\pm(15+0,5/H)$ %, где H – безразмерный коэффициент, численно равный показаниям прибора в мЗв/ч.

9.3 Проверка диапазона и определение основной относительной погрешности измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ и ИЭД $H_p(0,07)$ бета-излучения

9.3.1 Определение основной относительной погрешности поверяемого дозиметра при измерениях МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ и ИЭД $H_p(0,07)$ бета-излучения проводят с использованием

дозиметрической поверочной установки бета-излучения с источником $^{90}\text{Y}+^{90}\text{Sr}$ и водного фантома ISO в последовательности, указанной ниже.

9.3.2 Устанавливают дозиметр на дозиметрической установке согласно п. 9.

9.3.3 Проводят измерения фона дозиметра в отсутствии излучения. Проводят не менее 10 измерений фона $M_{\phi j}$ и рассчитывают среднее значение \bar{M}_{ϕ} .

9.3.4 Измерения ИЭД $H_p(0,07)$ проводят в точках диапазона измерений с эталонными значениями ИЭД, указанными в таблице 7. Измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ проводят в точках диапазона измерений с эталонными значениями МИЭД, указанными в таблице 8, измерения МИЭД начинают спустя не менее чем 1 минуту нахождения дозиметра в поле излучения. В каждой точке проводят не менее n измерений (значение n для данной точки указано в таблицах 7 и 8), вычисляют их средние значения \bar{M} .

Таблица 7 – Точки диапазона измерений при проведении поверки по ИЭД $H_p(0,07)$

Номер точки измерения	Рекомендуемое эталонное значение $\dot{H}_p(0,07)$, мЗв/ч	Рекомендуемое время измерения, с	Эталонное значение $H_p(0,07)$, мЗв	Количество измерений n
1	30 – 90	120	1,0 – 3,0	5

Таблица 8 – Точки диапазона измерений при проведении поверки по МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$

Номер точки измерения	Эталонное значение $H_p(0,07)$	Единица измерений	Количество измерений n
1	9,0 – 15	мЗв/ч	5
2	90 – 150	мЗв/ч	5
3	0,8 – 1,2	Зв/ч	5

9.3.5 Определяют границы основной относительной погрешности дозиметров при измерении ИЭД $H_p(0,07)$ и МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ по формуле (1).

9.3.6 Результаты проверки по п. 9.3 считают положительными, если максимальное значение $\Delta_{0(0,95)\max}$, определенное по формуле (1), при измерениях ИЭД $H_p(0,07)$ и МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ составляет не более $\pm 15\%$.

9.4 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(10)$ в полях фотонного излучения

9.4.1 Определение энергетической зависимости поверяемого дозиметра при измерениях МИЭД $\dot{H}_p(10)$ в полях фотонного излучения проводят с использованием установки 1-го разряда эталонной дозиметрической рентгеновского излучения с энергией от 15 до 250 кэВ по Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314 с режимами серии N по ISO 4037 и водного фантома ISO в последовательности, указанной ниже.

9.4.2 Устанавливают дозиметр на дозиметрической установке согласно п. 9.

9.4.3 Проводят измерения МИЭД $\dot{H}_p(10)$ в полях рентгеновского излучения на режимах N20, N30, N40, N60, N80, N100, N150, N200, N250 по ISO 4037 с заданным действительным значением МИЭД от 1 до 10 мЗв/ч. В каждой точке проводят не менее 5 измерений, вычисляют их средние значения \bar{M} .

9.4.4 Для каждой точки определяют коэффициент чувствительности $k_{\epsilon j}$ по формуле:

$$k_{\epsilon j} = \frac{\bar{M}_{ij} - \bar{M}_{\phi}}{\dot{H}_{p0}} \quad (2)$$

где: \bar{M}_j – среднее арифметическое значение показаний дозиметра, мЗв/ч;

\dot{H}_{p0} – эталонное значение МИЭД, мЗв/ч.

9.4.5 Энергетическую зависимость дозиметра δ_{ϵ_j} относительно чувствительности к энергии 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs k_0 определяют по формуле:

$$\delta_{\epsilon_j} = \frac{k_{\epsilon_j} - k_0}{k_0} \cdot 100\% \quad (3)$$

9.4.6 Результаты проверки по п. 9.4 считают положительными, если значение δ_{ϵ_j} не превышает пределов $\pm 15\%$.

9.5 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях фотонного излучения

9.5.1 Определение энергетической зависимости поверяемого дозиметра при измерениях МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях фотонного излучения проводят с использованием установки 1-го разряда эталонной дозиметрической рентгеновского излучения с энергией от 30 до 250 кэВ по Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314 с режимами серии N по ISO 4037 и водного фантома ISO в последовательности, указанной ниже.

9.5.2 Устанавливают дозиметр на дозиметрической установке согласно п. 9.

9.5.3 Проводят измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях гамма-излучения радионуклидов ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{60}Co и рентгеновского излучения на режимах N30, N40, N60, N80, N100, N150, N200, N250 по ISO 4037 с заданным действительным значением МИЭД от 0,03 до 10 мЗв/ч. В каждой точке проводят не менее 5 измерений, вычисляют их средние значения \bar{M} .

9.5.4 Для каждой точки определяют коэффициент чувствительности k_{ϵ_j} по формуле (2).

9.5.5 Энергетическую зависимость дозиметра δ_{ϵ_j} относительно чувствительности к энергии 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs k_0 определяют по формуле (3).

9.5.6 Результаты проверки по п. 9.5 считают положительными, если значение δ_{ϵ_j} не превышает пределов $\pm 30\%$.

9.6 Определение энергетической зависимости чувствительности при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях бета-излучения

9.6.1 Определение энергетической зависимости поверяемого дозиметра при измерениях МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях бета-излучения проводят с использованием дозиметрической поверочной установки бета-излучения с источниками $^{90}\text{Y}+^{90}\text{Sr}$ и ^{85}Kr и водного фантома ISO в последовательности, указанной ниже.

9.6.2 Устанавливают дозиметр на дозиметрической установке согласно п. 9.

9.6.3 Проводят измерения МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ в полях бета-излучения радионуклидов $^{90}\text{Y}+^{90}\text{Sr}$ и ^{85}Kr с заданным действительным значением МИЭД от 10 до 100 мЗв/ч. В каждой точке проводят не менее 5 измерений, вычисляют их средние значения \bar{M} .

9.6.4 Для каждой точки определяют коэффициент чувствительности k_{ϵ_j} по формуле (2).

9.6.5 Энергетическую зависимость дозиметра δ_{ϵ_j} относительно чувствительности к спектру радионуклидов $^{90}\text{Y}+^{90}\text{Sr}$ k_0 определяют по формуле (3).

9.6.6 Результаты проверки по п. 9.6 считают положительными, если значение δ_{ϵ_j} не превышает пределов $\pm 30\%$.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результат проведения поверки признают положительным, если операции п.п. 9.1 – 9.6 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 средства измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

11.3 По заявлению владельца поверяемого средства измерений или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке по установленной форме.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

- метрологические характеристики дозиметра, определенные при поверке: основную относительную погрешность дозиметра при измерении МИЭД $\dot{H}_p(10)$ и $\dot{H}_p(0,07)$ гамма-излучения, МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ бета-излучения, ИЭД $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ гамма-излучения, ИЭД $H_p(0,07)$ бета-излучения в диапазоне измерений, в котором произведена поверка;
- номер версии встроенного программного обеспечения.

11.4 Дозиметр, не прошедший поверку, к обращению не допускается. Сведения о непригодности должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке. По заявлению владельца на дозиметр выдают извещение о непригодности по установленной форме. Свидетельство о предыдущей поверке на дозиметр, 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	
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 80	
Внешний фон гамма-излучения, мкЗв/ч	не более 0,2	

Результаты поверки

1. Внешний осмотр: Проведен *без замечаний (с замечаниями, указать замечания)*
2. Опробование: По завершении проверки достоверности дозиметр *отобразил дисплей по умолчанию, коды ошибок отсутствуют (отобразил код ошибки, указать код ошибки)*
3. Подтверждение соответствия ПО:
Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные	Значение	
	Встроенное	Автономное (внешнее)
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии ПО		
Цифровой идентификатор ПО (по MD5)	недоступен	

Результаты подтверждения соответствия ПО *положительные (отрицательные)*.

4. Определение метрологических характеристик:

Таблица 2 – Определение основной относительной погрешности поверяемого дозиметра при измерениях ИЭД $H_p(10)$ и МИЭД $\dot{H}_p(10)$ гамма-излучения

№	единица измерения	$H_p(10)_0$	\bar{M}	СКО, %	ΔH , %	$\Delta_{0(0,95)}$, %	Δ_0 , %
1	мЗв						
2	мкЗв/ч						
3	мкЗв/ч						
4	мЗв/ч						
5	Зв/ч						

Полученные при поверке пределы основной относительной погрешности дозиметра при измерении ИЭД $H_p(10)$ гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs составляют \pm __ %, при измерении МИЭД $\dot{H}_p(10)$ гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs составляют \pm __ %.

Таблица 3 – Определение основной относительной погрешности поверяемого дозиметра при измерениях ИЭД $H_p(0,07)$ и МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ гамма-излучения

№	единица измерения	$H_p(0,07)_0$	\bar{M}	СКО, %	ΔH , %	$\Delta_{0(0,95)}$, %	Δ_0 , %
1	мЗв						
2	мкЗв/ч						
3	мкЗв/ч						
4	мЗв/ч						
5	Зв/ч						

Полученные при поверке пределы основной относительной погрешности дозиметра при измерении ИЭД $H_p(0,07)$ гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs составляют \pm __ %, при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs составляют \pm __ %.

Таблица 4 – Определение основной относительной погрешности поверяемого дозиметра при измерениях ИЭД $H_p(0,07)$ и МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ бета-излучения

№	единица измерения	$H_p(0,07)_0$	\bar{M}	СКО, %	ΔH , %	$\Delta_{0(0,95)}$, %	Δ_0 , %
1	мЗв						
2	мЗв/ч						
3	мЗв/ч						
4	Зв/ч						

Полученные при поверке пределы основной относительной погрешности дозиметра при измерении ИЭД $H_p(0,07)$ бета-излучения радионуклидов $^{90}\text{Y}+^{90}\text{Sr}$ составляют \pm __ %, при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ бета-излучения радионуклида $^{90}\text{Y}+^{90}\text{Sr}$ составляют \pm __ %.

Таблица 5 – Определение энергетической зависимости чувствительности дозиметра относительно чувствительности к энергии 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs при измерении МИЭД $\dot{H}_p(10)$ фотонного излучения

№	Режим излучения	Эффективная энергия, кэВ	$H_p(10)_0$	\bar{M}	k_{ϵ_j}	δ_{ϵ_j} , %	δ_{ϵ_0} , %
1							± 15
2							± 15
3							± 15

Полученная при поверке энергетическая зависимость чувствительности дозиметра относительно чувствительности к энергии 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs при измерении МИЭД $\dot{H}_p(10)$ фотонного излучения составляет от минус __ % до __ %.

Таблица 6 – Определение энергетической зависимости чувствительности дозиметра относи-

тельно чувствительности к энергии 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ фотонного излучения

№	Режим излучения	Эффективная энергия, кэВ	$H_p(0,07)_0$	\bar{M}	k_{ej}	$\delta_{ej}, \%$	$\delta_{e0}, \%$
1							± 30
2							± 30
3							± 30

Полученная при поверке энергетическая зависимость чувствительности дозиметра относительно чувствительности к энергии 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ фотонного излучения составляет от минус ___ % до ___ %.

Таблица 7 – Определение энергетической зависимости чувствительности дозиметра относительно чувствительности к спектру радионуклидов $^{90}\text{Y}+^{90}\text{Sr}$ при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ бета-излучения

№	Радионуклид	Эффективная энергия, кэВ	$H_p(0,07)_0$	\bar{M}	k_{ej}	$\delta_{ej}, \%$	$\delta_{e0}, \%$
1							± 30
2							± 30
3							± 30

Полученная при поверке энергетическая зависимость чувствительности дозиметра относительно чувствительности к к спектру радионуклидов $^{90}\text{Y}+^{90}\text{Sr}$ при измерении МИЭД $\dot{H}_p(0,07)$ бета-излучения составляет \pm ___ %.

Заключение: дозиметр индивидуальный прямопоказывающий EPD TruDose 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 произвел _____

ФИО

подпись

Дата