

**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»

С.Г. Трофимчук

«25» марта 2021 г.

Научный сотрудник

С.А. Федина

Научный сотрудник

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	<p>Диапазон мощности индивидуального эквивалента дозы от $2 \cdot 10^{-10}$ до $3 \cdot 10^{-3}$ Зв/с, погрешность не более 3 %;</p> <p>Диапазон индивидуального эквивалента дозы от 10^{-7} до 10 Зв, погрешность не более 3 %.</p>

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	Диапазон мощности индивидуального эквивалента дозы от 10^{-7} до $3 \cdot 10^{-3}$ Зв/с, погрешность не более 7 %; Диапазон индивидуального эквивалента дозы от $3 \cdot 10^{-6}$ до 10 Зв, погрешность не более 10 %.
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	Диапазон мощности индивидуального эквивалента дозы от 10^{-7} до 10^{-4} Зв/с, погрешность не более 5 %.
9.1 – 9.6	Водный фантом по ISO 4037	Размеры не менее 30×30×15 см
2	Метеометр МЭС-200А	Диапазон измерения давления от 80 до 110 кПа, погрешность $\pm 0,3$ кПа; Диапазон измерения температуры от минус 40 до 85 °С, погрешность $\pm 0,2$ °С; Диапазон измерения относительной влажности воздуха от 10 до 98 %, погрешность ± 3 %
2	Дозиметр ДКС-АТ1123	Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы 0,05 мкЗв/ч–10 Зв/ч; погрешность ± 15 %
<i>Примечание.</i> Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.		

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».

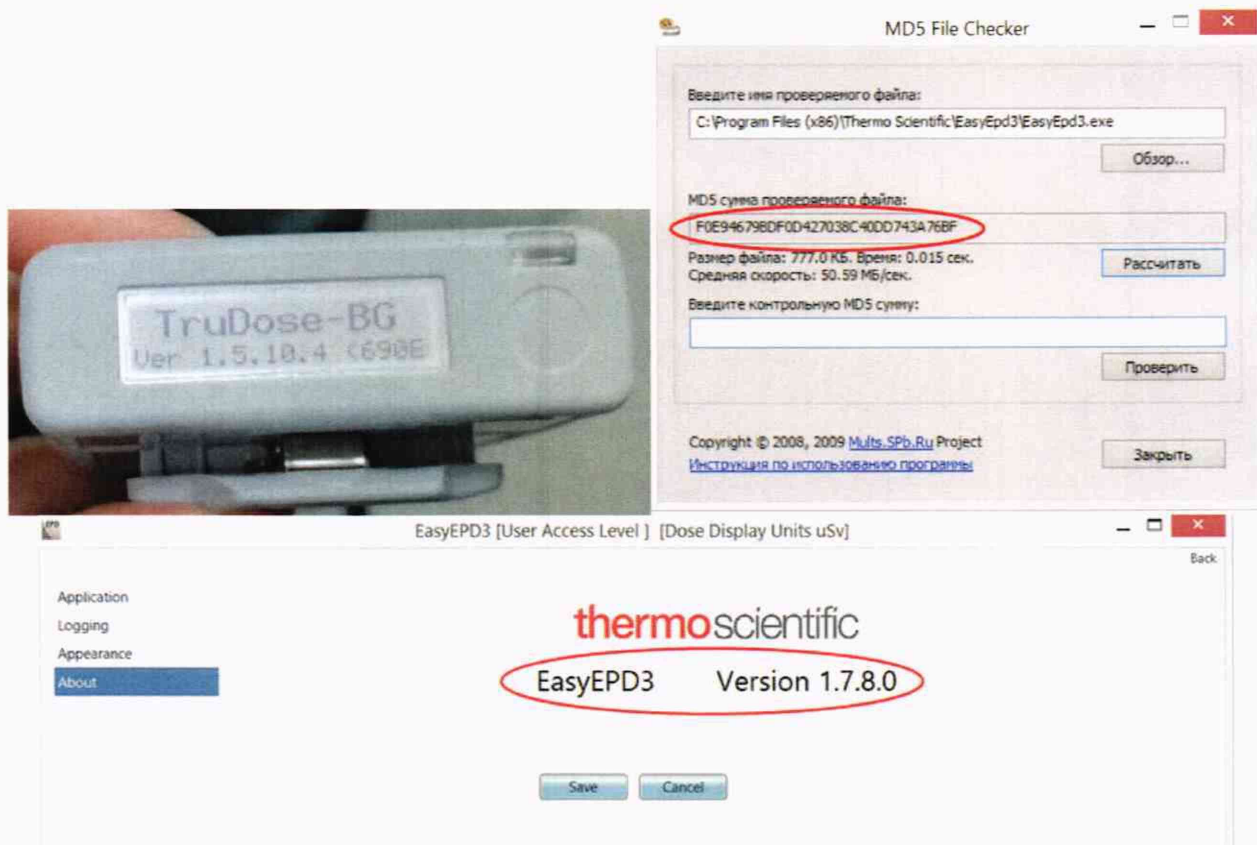


Рисунок 1 – Отображения версий и цифровых индикаторов ПО

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:

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

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_z – границы неисключенной систематической погрешности при определении значения ИЭД или МИЭД, %, $\theta_z = k \sqrt{\sum_{j=1}^m \theta_j^2 + \Delta H^2}$ (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 $M_{\text{ф}}$ и рассчитывают среднее значение $\bar{M}_{\text{ф}}$.

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 измерении 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 $\Delta_{0(0,95)\text{max}}$, определенное по формуле (1), при измерениях ИЭД $H_p(0,07)$ составляет не более $\pm 15\%$, 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 $\dot{H}_p(0,07)$ 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 $\dot{H}_p(0,07)$

Номер точки измерения	Рекомендуемое эталонное значение $\dot{H}_p(0,07)$, мЗв/ч	Рекомендуемое время измерения, с	Эталонное значение $\dot{H}_p(0,07)$, 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 $\dot{H}_p(0,07)$	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 $\dot{H}_p(0,07)$ 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 $\dot{H}_p(0,07)$ 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_{ej} по формуле:

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

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 $\delta_{\varepsilon j}$ относительно чувствительности к энергии 662 кэВ радионуклида ^{137}Cs k_0 определяют по формуле:

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

9.4.6 Результаты проверки по п. 9.4 считают положительными, если значение $\delta_{\varepsilon j}$ 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 $k_{\varepsilon j}$ по формуле (2).

9.5.5 Энергетическую зависимость дозиметра $\delta_{\varepsilon j}$ 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 $\delta_{\varepsilon j}$ 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 $k_{\varepsilon j}$ по формуле (2).

9.6.5 Энергетическую зависимость дозиметра $\delta_{\varepsilon j}$ 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 $\delta_{\varepsilon j}$ 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 (этало- лона), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей повер- ки	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки:

Методика поверки:

Средства поверки:

Наименование и регистрационные но- мера 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_{ej}	δ_{ej} , %	δ_{e0} , %
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