

Восток

Государственная система обеспечения единства измерений

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области»
(ФБУ «ЦСМ Московской области»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Центрального отделения
ФБУ «ЦСМ Московской области»



С.Г. Рубайлов

«24» *января* 2018 г.

**КОМПЛЕКСЫ
ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ
«ДОЗА-ТЛД»**

**Методика поверки
ФВКМ.412118.010МП**

2018 г.

Содержание

1	Операции поверки	3
2	Средства поверки	3
3	Требования к квалификации поверителей	4
4	Требования безопасности	4
5	Условия поверки	5
6	Подготовка к поверке	5
7	Проведение поверки	6
	7.1 Внешний осмотр	6
	7.2 Опробование	6
	7.3 Определение метрологических характеристик	7
8	Оформление результатов поверки	11

Настоящая методика поверки предназначена для проведения первичной и периодической поверки комплексов дозиметрических термоллюминесцентных «ДОЗА-ТЛД» (далее – комплексов).

Требования к организации, порядку проведения поверки и форме представления результатов поверки определяются действующей нормативно-технической документацией по обеспечению единства измерений.

Поверке подлежат все вновь выпускаемые, выходящие из ремонта и находящиеся в эксплуатации комплексы.

Первичная поверка осуществляется при выпуске вновь произведенных комплексов и после их ремонта. Периодическая поверка производится при эксплуатации комплексов.

Периодическая поверка может проводиться как с доставкой считывателя и дозиметров в метрологическую организацию, так и методом «Доза- почтой», то есть в метрологическую организацию отсылаются только дозиметры из состава комплекса.

Допускается проведение поверки комплекса в комплектности только с одним или несколькими типами дозиметров.

Интервал между поверками составляет один год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень операций при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операций	
		первичной поверки	периодической поверки
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение основной относительной погрешности ТЛД- систем при измерении АЭД фотонного излучения, ИЭД фотонного, бета- и нейтронного излучения	7.3.1	Да	Да
Оформление результатов поверки	8	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяются основные и вспомогательные средства поверки, приведённые в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3.1	Установка поверочная дозиметрическая гамма-излучения УПГД-2М-Д с источником ^{137}Cs по ТУ 4362-064-31867313-2006. Диапазон воспроизведения МАЭД от $5 \cdot 10^{-7}$ до $5 \cdot 10^{-2}$ Зв·ч ⁻¹ , погрешность не более $\pm 7\%$ (P = 0,95)
7.3.1	Установка поверочная нейтронного излучения УКПН-2М-Д с источником RuBe по ТУ 4362-052-31867313-2005. Диапазон воспроизведения МАЭД от 20 до 800 мкЗв·ч ⁻¹ , погрешность не более $\pm 15\%$ (P = 0,95)
7.3.1	Установка для поверки индивидуальных дозиметров бета-излучения УПБ-ИД по ТУ 4363-100-31867313-201. Диапазон воспроизведения МПД бета-излучения от 4 до 25 мГр·ч ⁻¹ , погрешность не более $\pm 7\%$ (P = 0,95)
7.3.1	Рентгеновский аппарат постоянного действия HV=80 кВ с системой фильтрации, формирующей «узкий» спектр с $E_{\text{эфф}} = 65$ кэВ по ISO 4037-1
7.3.1	Дозиметр универсальный типа RTW UNIDOS E с ионизационными камерами 34060-2,5 или 34069-2,5, аттестованный в соответствии с ГОСТ Р 8.804-2012 в качестве рабочего эталона 2 разряда кермы в воздухе с погрешностью не более $\pm 7\%$ (P = 0,95)
7.3.1	Тканезквивалентный фантом (300×300×150) мм
7.3.1	Тканезквивалентный цилиндрический фантом длиной 200 мм и диаметром 19 мм
7.3.1	Тканезквивалентный материал толщиной 5 мм
7.3.1	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90. Цена деления 0,1 °С. Диапазон измерений от 1 до 40 °С
7.3.1	Барометр-анероид типа М-67
7.3.1	Психрометр по ГОСТ 112-78 Диапазон измерений относительной влажности от 20 до 90 %. Погрешность измерений $\pm 5\%$
Примечание – Допускается применение других средств с аналогичными характеристиками, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью	

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К поверке комплексов допускаются поверители, имеющие допуск к работам с источниками ионизирующих излучений и изучившие руководство по эксплуатации поверяемых комплексов.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки следует руководствоваться требованиями по технике безопасности, изложенными в:

- СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»;
- СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)»;

- Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок,
а также приведенными в документации на средства поверки и поверяемые средства измерений.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха $+(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- естественный фон ионизирующего излучения не более $0,15 \text{ мкЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$;
- напряжение питающей сети $(220 \pm 4,4) \text{ В}$;
- частота питающей сети $(50 \pm 0,5) \text{ Гц}$.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Подготовить к работе основное и вспомогательное оборудование, приведенное в таблице 2.1.

6.2 Поверка может быть организована двумя способами:

1) стандартная процедура поверки, когда в поверку поступает весь комплекс (считывающее устройство и дозиметры);

2) поверка методом «доза-почтой», когда термолюминесцентный считыватель остается у держателя комплекса, а в поверку присылаются только дозиметры.

6.3 Перед поверкой должна быть выполнена процедура определения однородности партии дозиметров, как описано в 2.3.4.5 руководства по эксплуатации ФВКМ.412118.010РЭ.

При первичной поверке нового комплекса проверка однородности партии дозиметров проводится на предприятии-изготовителе. При первичной поверке после ремонта и периодической поверке проверку однородности проводит держатель комплекса и представляет в поверочный орган протокол, подтверждающий однородность партии.

При первичной поверке нового комплекса процедура проверки однородности партии дозиметров может быть совмещена с процедурой поверки.

6.4 Из однородной партии дозиметров делается выборка дозиметров по следующему правилу:

- если комплект содержит менее 21 дозиметра – готовят все дозиметры комплекса;
- если комплект содержит от 20 до 200 дозиметров – для поверки готовят партию в количестве 20 дозиметров;
- если комплект содержит более 200 дозиметров – для поверки готовят 10 % от общего числа дозиметров в партии.

Дозиметры из комплекта выбирают произвольным образом.

Кроме отобранных вышеописанным способом дозиметров, в комплект добавляется два дозиметра для измерения вклада в показания дозиметров различных фоновых источников излучения за время пересылки партии дозиметров в поверочный орган и обратно.

ВНИМАНИЕ!

Если у потребителя возникла необходимость использовать новую однородную партию дозиметров с одним и тем же термолюминесцентным считывателем, то необходимо обратиться на предприятие-изготовитель для проведения первичной поверки комплекса с новым комплектом дозиметров и настройки считывателя для одновременной работы с несколькими партиями.

Если с термолюминесцентным считывателем используется несколько партий дозиметров с разной чувствительностью, то в поверку присылаются выборки из каждой партии, а также протоколы, подтверждающие однородность каждой партий.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При предоставлении комплекса в полном объеме он должен быть чистым, расконсервированным, с руководством по эксплуатации, методикой поверки, паспортом на комплекс и паспортом (паспортами) наверяемые дозиметры, протоколом измерений, подтверждающем однородность партии дозиметров, свидетельством о последней поверке (ксерокопией свидетельства), а также полным комплектом дозиметров или выборкой, в соответствии с 6.4.

7.1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности;
- наличие маркировки на дозиметрах;
- отсутствие дефектов, влияющих на работу комплекса: отсутствие загрязнений и механических повреждений кассет, детекторов и нагревательного элемента.

7.1.3 При поверке «доза-почтой» должны быть представлены: методика поверки, паспорт на комплекс и паспорт (паспорта) наверяемые дозиметры, протокол измерений, подтверждающий однородность партии дозиметров, показания от контрольного источника света (КС), свидетельство о последней поверке (ксерокопия свидетельства), а также полный комплект дозиметров или выборка, в соответствии с 6.4.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании необходимо:

- проверить работоспособность считывателя по 2.3.2 ФВКМ.412118.010РЭ;
- проверить соответствие идентификационных данных программы DVG по 2.3.3 ФВКМ.412118.010РЭ; подготовить дозиметры в соответствии с процедурами, предусмотренными для конкретного типа детекторов по 2.4 ФВКМ.412118.010РЭ.

7.2.2 Результаты опробования считаются положительными, если среднее, измеренное 10 раз подряд значение КС, не выходит за пределы $\pm 7\%$ от указанного в свидетельстве о предыдущей поверке, номер версии программного обеспечения соответствует указанной в 2.3.3 ФВКМ.412118.010РЭ, а температурный профиль соответствует конкретному детектору.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение основной относительной погрешности ТЛД-систем при измерении АЭД фотонного излучения, ИЭД фотонного, бета- и нейтронного излучения

7.3.1.1 Подготовка дозиметров

Детекторы из дозиметров подвергают термообработке по процедуре, предусмотренной для измерения детекторов конкретного типа в соответствии с 2.3.4.3 ФВКМ.412118.010РЭ.

7.3.1.2 Условия облучения дозиметров АЭД фотонного и ИЭД фотонного и бета-излучения:

1) разместить группу поверяемых дозиметров ТЛД-системы на поверочной установке гамма-излучения в пределах однородного поля излучения и облучить дозой, указанной в таблице 7.1;

2) после каждого облучения дозиметров провести их измерение в соответствии с 2.4 ФВКМ.412118.010РЭ, повторить процедуру облучения три раза и на основании полученных результатов определить основную относительную погрешность по 7.3.1.4;

3) при проверке методом «доза-почтой» партия дозиметров разбивается на две группы, которые облучаются дозами, указанными в таблице 7.1, и отправляются держателю комплекса, держатель комплекса проводит обсчет дозиметров, в том числе и фоновых, и присылает протокол в поверочную лабораторию, дальнейшая обработка результатов проводится в соответствии с 7.3.1.4.

Таблица 7.1 – Условия облучения дозиметров при проверке

Тип дозиметра и детектора	Доза облучения	Условия облучения
Для регистрации $H_p(10)$ фотонного излучения		
ТЛД-3 с детекторами на основе LiF:Mg,Ti; LiF:Mg,Cu,P	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	На фантоме 300×300×150 мм
ДТЛ-02 с детекторами на основе LiF:Mg,Ti	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	На фантоме 300×300×150 мм
DTU-1 с детекторами на основе LiF:Mg,Ti	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	На фантоме 300×300×150 мм
DTU-2 с детекторами на основе Al ₂ O ₃	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	На фантоме 300×300×150 мм
ДВНГ-М с детекторами на основе ⁶ LiF:Mg,Ti; ⁷ LiF:Mg,Ti	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	На фантоме 300×300×150 мм
Для регистрации $H_p(3)$ гамма-, бета- излучения		
EYE-D™ с детекторами на основе LiF:Mg,Ti; LiF:Mg,Cu,P	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	На фантоме 300×300×150 мм

Тип дозиметра и детектора	Доза облучения	Условия облучения
Для регистрации $H_p(0,07)$ гамма-, бета- излучения		

Тип дозиметра и детектора	Доза облучения	Условия облучения
Finger Ring type G с детекторами на основе LiF:Mg,Ti; LiF:Mg,Cu,P	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	На цилиндрическом фантоме длиной 200 мм и диаметром 19 мм
Finger Ring type BG с детекторами на основе LiF:Mg,Ti; LiF:Mg,Cu,P	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	На цилиндрическом фантоме длиной 200 мм и диаметром 19 мм
Для регистрации $H^*(10)$ фотонного излучения		
DTU-1 с детекторами на основе LiF:Mg,Ti	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	Без фантома
DTU-2 с детекторами на основе Al_2O_3	(0,1 – 0,2) мЗв (10 – 20) мЗв	Без фантома

Дозиметры, измеряющие АЭД $H^*(10)$, размещают на поверочной установке УПГД-2М-Д с источником ^{137}Cs лицевой стороной в направлении источника. Поскольку поверочная установка аттестована по мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД), то условно- истинным значением для дозиметров, измеряющих $H^*(10)$ следует считать:

$$H^*(10) = P_{МАЭД} \cdot T,$$

где $P_{МАЭД}$ – МАЭД в месте установки дозиметров из свидетельства о поверке, мЗв·ч⁻¹;
T – время облучения, ч.

Дозиметры, измеряющие ИЭД $H_p(10)$, размещают на поверочной установке УПГД-2М-Д на фантоме лицевой стороной в направлении источника при этом дозиметры можно располагать вплотную друг к другу. При поверке дозиметров, измеряющих ИЭД фотонного излучения, условно- истинным значением следует считать:

$$H_p(10) = P_{МАЭД} \cdot T \cdot 1,02$$

Для повышения достоверности результатов поверки, если известно, что дозиметры используются в полях рентгеновского излучения или по запросу Заказчика, допускается проводить поверку дозиметров в поле рентгеновского излучения. Для этого в качестве источника используется рентгеновская установка, а в качестве измерителя дозы эталонный дозиметр кермы в воздухе по ГОСТ Р 8.804-2012, характеристики которых приведены в таблице 2.1. Поверка осуществляется методом сличения поверяемых дозиметров с эталонным. При этом рентгеновская установка должна быть оснащена камерой-свидетелем.

Дозиметры размещаются на плоском фантоме (300×300×150) мм. Измерение кермы эталонным дозиметром осуществляется без фантома. Напряжение на трубке 80 кВ, дополнительная фильтрация 2,0 мм Cu. Условно- истинным значением следует считать:

$$H_p(10) = 1,73 \cdot D_{КЕРМА}$$

где $D_{КЕРМА}$ – значение кермы в воздухе, измеренное эталонным дозиметром, Гр;

1,73 – коэффициент перехода от значения кермы в воздухе $H_p(10)$ к ИЭД для данного качества излучения, Зв/Гр.

Поверка дозиметров, измеряющих ИЭД кожных покровов $H_p(0,07)$ Finger Ring type G и Finger Ring type BG проводится на установке УПГД-2М-Д с источником ^{137}Cs , аттестованной по МАЭД. Дозиметры размещаются на цилиндрическом фантоме (ПММА длиной 200 мм и диаметром 19 мм) и перед ними располагается пластина из тканезквивалентного материала (например, оргстекло) толщиной 5 мм. Использование пластины из тканезквивалентного материала обусловлено тем, что коэффициенты перехода от кермы в воздухе к соответствующим эквивалентам дозы рассчитаны для случая, когда выполняются условия электронного равновесия, а толщина входного окна поверяемых дозиметров не обеспечивает выполнение этого условия при облучении на ^{137}Cs . Дозиметры на фантоме можно располагать вплотную друг к другу. При этом условно- истинным значением следует считать:

$$H_p(0,07) = P_{\text{МАЭД}} \cdot T \cdot 1,01$$

где $P_{\text{МАЭД}}$ – МАЭД в месте установки дозиметров из свидетельства о поверке, мЗв·ч⁻¹;

T – время облучения, ч.

Для повышения достоверности результатов поверки, если известно, что дозиметры используются в полях рентгеновского излучения или по запросу Заказчика, допускается проводить поверку дозиметров в поле рентгеновского излучения. Для этого в качестве источника используется рентгеновская установка, а в качестве измерителя дозы эталонный дозиметр кермы в воздухе по ГОСТ Р 8.804-2012, характеристики которых приведены в таблице 2.1. Поверка осуществляется методом сличения поверяемых дозиметров с эталонным. При этом рентгеновская установка должна быть оснащена камерой-свидетелем.

Дозиметры размещаются на цилиндрическом фантоме (ПММА длиной 200 мм и диаметром 19 мм) и перед ними располагается пластина из тканезквивалентного материала (например, оргстекло) толщиной 5 мм. Измерение кермы эталонным дозиметром осуществляется без фантома. Напряжение на трубке 80 кВ, дополнительная фильтрация 2,0 мм Cu. Условно- истинным значением следует считать:

$$H_p(0,07) = 1,15 \cdot D_{\text{КЕРМА}}$$

где $D_{\text{КЕРМА}}$ – значение кермы в воздухе, измеренное эталонным дозиметром, Гр;

1,15 – коэффициент перехода от значения кермы в воздухе $H_p(0,07)$ к индивидуальному эквиваленту дозы для данного качества излучения, Зв/Гр.

Если дозиметры Finger Ring type BG используются для измерения ИЭД бета-излучения $H_p(0,07)$, то их поверка может проводиться в поле бета- излучения на установке УПБ-ИД с источником $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, аттестованной по мощности поглощенной дозы бета-излучения.

Разместить дозиметры Finger Ring type BG на плоском фантоме установки. Дозиметры на фантоме можно располагать вплотную друг к другу. Так как коэффициент перехода от

поглощенной дозы в единицах «грей» к индивидуальному эквиваленту дозы $H_p(0,07)$ в единицах «зиверт» равен 1, то условно-истинным следует считать значение:

$$H_p(0,07) = H'_p(0,07) \cdot T,$$

где $H'_p(0,07)$ – мощность поглощенной дозы в аттестованной точке, $\text{мГр} \cdot \text{ч}^{-1}$;

T – время экспозиции, с.

Поверка дозиметров EYE-DTM, измеряющих ИЭД хрусталика глаза $H_p(3)$, осуществляется на установке УПГД-2М-Д с источником ^{137}Cs , аттестованной по МАЭД. Дозиметры размещаются на плоском фантоме (300×300×150) мм и перед ними располагается пластина из тканеэквивалентного материала (например, оргстекло) толщиной 5 мм. Дозиметры на фантоме можно располагать вплотную друг к другу. При этом условно-истинным значением следует считать:

$$H_p(3) = P_{\text{МАЭД}} \cdot T \cdot 0,97$$

где $P_{\text{МАЭД}}$ – МАЭД в месте установки дозиметров из свидетельства о поверке, $\text{мЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$;

T – время облучения, ч.

7.3.1.3 Условия облучения дозиметров нейтронного излучения:

1) разместить партию поверяемых дозиметров ТЛД-системы на фантоме (300×300×150) мм установки нейтронного излучения УКПН-2М-Д так, чтобы между дозиметрами было расстояние не менее 40 мм и 40 мм от края однородного поля и облучить дозой, указанной в таблице 7.2;

Таблица 7.2

Тип дозиметра и детектора	Доза облучения	Условия облучения
Для регистрации ИЭД нейтронного излучения		
ДВНГ-М с детекторами на основе $^6\text{LiF:Mg,Ti}$; $^7\text{LiF:Mg,Ti}$	(3 – 5) мЗв	На фантоме 300×300×150 мм

2) провести измерение после каждого облучения дозиметров в соответствии с 2.4, повторить процедуру облучения три раза и на основании полученных результатов определить основную относительную погрешность по 7.3.1.4;

3) при поверке методом «доза-почтой» дозиметры отправляются держателю комплекса, держатель комплекса проводит обсчет дозиметров, в том числе и фоновых, и присылает протокол в поверочную лабораторию. Дальнейшая обработка результатов проводится в соответствии с 7.3.1.4.

7.3.1.4 Определение основной относительной погрешности

Основную относительную погрешность ТЛД- системы определить по формуле:

$$\delta_0 = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_0^2 + \delta_{пр}^2} \quad (7.1)$$

где Θ_0 – погрешность поверочной установки или эталонного дозиметра, из свидетельства о поверке, %;

$\delta_{пр}$ – максимальное значение из $\delta_{пр i}$, рассчитанных по формуле:

$$\delta_{пр i} = \max \left| \frac{H_p(d)_i - H_p(d)_0}{H_p(d)_0} \cdot 100 \right| \quad (7.2)$$

где H_i – значение дозы, мЗв, измеренное каждым дозиметром из партии;

$H_p(d)_0$ – условно истинное значение дозы, мЗв.

При поверке методом «доза-почтой» значение H_i рассчитывается с учетом показаний фоновых дозиметров.

Результаты поверки считают положительными, если:

- *основная относительная погрешность измерений ИЭД и АЭД фотонного излучения не превышает $\pm(15+1/H)$ %;*

- *основная относительная погрешность измерений ИЭД нейтронного излучения не превышает $\pm(25+1/H)$ %;*

- *основная относительная погрешность измерений ИЭД гамма-, бета- излучения кожи и хрусталика глаза не превышает $\pm(15+1/H)$ %.*

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты поверки ТЛД-систем комплексов оформляются в соответствии с действующей нормативно-технической документацией по обеспечению единства измерений (приказ Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.).

8.2 В свидетельство о поверке заносятся значения:

- среднее значение счёта световых импульсов от встроенного источника света (контрольная светосумма);

- границы основной относительной погрешности ТЛД-системы в диапазоне доз для каждого типа дозиметров.

- номера и типы всех дозиметров в поверяемой партии.