



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



 А.Д. Меньшиков

М.п. «13» апреля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ ДОЗИМЕТРОВ
ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ПЕРЕНОСНЫЕ
УПГДС-3Д**

Методика поверки

РТ-МП-6848-03-2020
(с Изменением № 1)

г. Москва
2021 г.

Настоящая методика поверки предназначена для проведения первичной и периодической поверки установок для поверки дозиметров гамма-излучения переносных УПГДС-3Д (далее по тексту – установок).

Интервал между поверками составляет в первые два года эксплуатации и после замены источников – 1 год, после трех лет эксплуатации – 3 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1. В случае получения отрицательных результатов при проведении той или иной операции дальнейшая поверка прекращается.

Таблица 1 – Перечень операций при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик			
Определение геометрических размеров равномерного поля излучения	7.3	Да	Нет
Определение мощности кермы (МК) в воздухе гамма-излучения	7.4	Да	Да
Определение мощности поглощенной дозы (МПД) в воздухе	7.5	Да	Да
Определение мощности экспозиционной дозы (МЭД), мощности амбиентного (МА-ЭД) и направленного (МНЭД) эквивалента дозы гамма-излучения	7.6	Да	Да
Определение погрешности поверяемой установки	7.7	Да	Да

(Измененная редакция, Изм. № 1)

1.2 Допускается по письменному заявлению владельца установки проводить поверку для меньшего числа измеряемых величин с внесением соответствующей записи в свидетельство о поверке.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяются основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Основные средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.4	Эталонная дозиметрическая установка, не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314, мощности кермы в воздухе гамма-излучения, доверительные границы относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$ от 3 % до 5 %
7.5	Эталонная дозиметрическая установка, рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ 8.070-2014 мощности поглощенной дозы гамма-излучения, доверительные границы относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$ от 2,5 % до 4 %
7.4; 7.5	Компаратор по ГОСТ 8.087-2000, обеспечивающий передачу размера единиц мощности кермы в воздухе гамма-излучения в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314 и мощности поглощенной дозы гамма-излучения в соответствии с ГОСТ 8.070-2014
7.3 – 7.5	Дозиметр с диапазоном измерений от $3,0 \cdot 10^{-5}$ до $1,5 \cdot 10^{-2}$ Гр·ч ⁻¹ (Зв·ч ⁻¹) и с размером детектора не более 50 мм.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3 – 7.5	Измеритель температуры с диапазоном измерения от 10 до 40 °С, основная погрешность не более $\pm 0,2$ °С
7.3 – 7.5	Барометр с диапазоном измерения атмосферного давления от 60 до 120 кПа, основная погрешность не более $\pm 0,2$ кПа
7.3 – 7.5	Измеритель влажности с диапазоном измерений относительной влажности воздуха от 20 % до 90 %, основная погрешность не более ± 5 %
7.3 – 7.5	Дозиметр гамма-излучения с диапазоном измерения внешнего фона от 0,1 до 10 мкЗв·ч ⁻¹ , основная относительная погрешность не более ± 20 %

2.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 Поверку могут проводить сотрудники (поверители) организаций, аккредитованных на право поверки средств измерений характеристик ионизирующих излучений и ядерных констант, допущенные к работе с источниками ионизирующих излучений в установленном порядке.

4 Требования безопасности

4.1 Поверители должны знать и выполнять требования СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/ 2010)» и быть допущенными к работе с источниками ИИ в качестве персонала (группа А).

4.2 При проведении поверки поверители должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в «Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок», а также приведенными в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемые средства измерений.

5 Условия поверки

5.1 Поверка должна проводиться при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха $+(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха..... от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- естественный радиационный фон не более $0,15 \text{ мкЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$.

6 Подготовка к поверке

6.1 Подготовить поверяемую установку к работе в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации ФВКМ.412133.033РЭ.

6.2 Подготовить к работе основное и вспомогательное оборудование, приведенное в таблицах 2 и 3.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности поверяемой установки требованиям технической документации в объеме, необходимом для поверки;
- наличие эксплуатационной документации на установку, а также свидетельства о предыдущей поверке установки;
- отсутствие в поле излучения установки посторонних предметов, которые могут влиять на результаты измерений;
- отсутствие дефектов, влияющих на работу установки.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если: установка поступила в поверку в комплекте, необходимом для проведения поверки, имеется необходимая эксплуатационная документация и отсутствуют дефекты, влияющие на работу установки.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании необходимо:

- разместить установку в помещении, размеры которого соответствуют указанным

в 1.2.4 руководства по эксплуатации ФВКМ.412133.033РЭ;

– проверить исправность работы механизма открывания коллиматора;

– убедиться в исправности приборного столика, устройства фиксации, плавности перемещения приборного столика по направляющим, исправности узла крепления поверяемых средств измерений (детекторов) на рабочем столике;

– исправность работы лазерного указателя;

– с помощью вспомогательных СИ, указанных в таблице 3, выполнить измерения внешних условий.

7.2.2 Результаты опробования считают положительными, если помещение соответствует требованиям, все механизмы и устройства установки исправны, параметры окружающей среды соответствуют требованиям раздела 5.

Определение метрологических характеристик

7.3 Определение геометрических размеров равномерного поля излучения

7.3.1 Геометрические размеры равномерного поля излучения определяются с помощью дозиметра, у которого размер детектора не превышает 50 мм, только при первичной поверке для каждого источника установки.

7.3.2 Геометрические размеры поля определяют на двух расстояниях 0,5 и 1,0 м. Детектор дозиметра перемещают в плоскости, перпендикулярной к направлению распространения пучка и снимают показания по двум взаимно перпендикулярным осям в плоскости сечения пучка не менее чем в семи точках.

В каждой точке i выполняют не менее пяти измерений, причем каждый раз заново устанавливая детектор в требуемую точку.

Определяют их среднеарифметические значения \dot{K}_i и отклонения α_i от среднеарифметического значения в геометрическом центре поля \dot{K}_0 , в процентах, по формуле

$$\alpha_i = \frac{\dot{K}_i - \dot{K}_0}{\dot{K}_0} \cdot 100 \quad (1)$$

Размеры поля, где отклонение α_i не превышает 6 %, должны быть не меньше, чем приведенные в 1.2.5 руководства по эксплуатации ФВКМ.412133.033РЭ для расстояний 0,5 и 1,0 м. Измерения на расстоянии 0,2 м проводят только на этапе испытаний установки. Равномерность поля для этого расстояния гарантируется конструкцией установки и выполнением требований для расстояний 0,5 и 1,0 м.

В приложении А приведены рекомендации по определению геометрических размеров равномерного поля.

7.4 Определение мощности кермы в воздухе гамма- излучения

7.4.1 Определение мощности кермы в воздухе гамма- излучения поверяемой установки выполняется методом сличения с эталонной дозиметрической установкой более высокого разряда с помощью компаратора.

7.4.2 Подготовить к работе эталонную дозиметрическую установку – рабочий эталон мощности кермы в воздухе гамма-излучения и компаратор в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

7.4.3 При сличении установок, блок детектирования компаратора поместить в точку поля, расположенную на расстоянии 100 см от источника эталонной дозиметрической установки на центральной оси пучка гамма-излучения и зарегистрировать не менее 20 показаний компаратора. Определить среднеарифметическое значение \bar{N}_3 .

7.4.4 Поместить блок детектирования компаратора в точку на расстоянии 100 см от источника поверяемой установки, зарегистрировать не менее 20 показаний компаратора и определить среднеарифметическое значение \bar{N}_{100} .

7.4.5 Вычислить коэффициент компаратора M_{100} , по формуле

$$M_{100} = \frac{\bar{N}_{100}}{\bar{N}_3} \quad (2)$$

Рассчитать значение мощности кермы в воздухе в поверяемой точке поверяемой установки по формуле

$$\bar{K}_{100} = \dot{K}_a \cdot M_{100} \quad (3)$$

где \bar{K}_{100} – значение мощности кермы в воздухе на расстоянии 100 см;

\dot{K}_a – значение мощности кермы в воздухе, воспроизводимое эталонной установкой на расстоянии 100 см от источника (из свидетельства, с учетом поправки на распад радионуклида).

7.4.6 Повторить операции по 7.4.3 – 7.4.5 для расстояний 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 см.

Рассчитать значения мощности кермы в воздухе в этих точках по формуле (3), подставляя вместо коэффициента компаратора M_{100} , соответствующий данному расстоянию коэффициент.

7.5 Определение мощности поглощенной дозы в воздухе гамма-излучения

7.5.1 Определение мощности поглощенной дозы гамма-излучения поверяемой установки выполняется методом сличения с эталонной дозиметрической установкой более высокого разряда с помощью компаратора.

7.5.2 Подготовить к работе эталонную дозиметрическую установку – рабочий эталон мощности поглощенной дозы гамма-излучения и компаратор в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

7.5.3 Повторить операции по 7.4.3 – 7.4.6. При расчете значения поглощённой дозы в формуле (3) вместо \dot{K}_a использовать значение мощности поглощенной дозы в воздухе, воспроизводимое эталонной установкой на расстоянии 100 см от источника (из свидетельства, с учетом поправки на распад радио-

нуклида).

7.6 Определение мощности экспозиционной дозы, мощности амбиентного и направленного эквивалентов дозы гамма-излучения

7.6 (Измененная редакция, Изм.№ 1)

7.6.1 Мощность экспозиционной дозы в необходимой точке установки вычисляется с помощью переходных коэффициентов, приведенных в ГОСТ 8.087-2000.

7.6.2 Передача единицы мощности амбиентного и направленного эквивалента дозы рентгеновского и гамма-излучений осуществляется методом косвенных измерений.

7.6.2 (Измененная редакция, Изм.№ 1)

Метод косвенных измерений операционных величин основан на прямом измерении мощности кермы в воздухе или мощности поглощенной дозы в опорной точке поля эталонной дозиметрической установки и перехода от их значений к значению соответствующей операционной величины с учетом конверсионных коэффициентов, установленных в нормативных документах для энергии радионуклида ^{137}Cs .

7.6.3 Мощность экспозиционной дозы (МЭД) вычисляется по формуле

$$\dot{X} [\text{мР}\cdot\text{ч}^{-1}] = 114 \cdot \dot{K}_R [\text{мГр}\cdot\text{ч}^{-1}] \quad (4)$$

7.6.4 Мощность амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) вычисляется по формуле

$$\dot{H}^*(10) [\text{мЗв}\cdot\text{ч}^{-1}] = 1,21 \cdot \dot{K}_R [\text{мГр}\cdot\text{ч}^{-1}] \quad (5)$$

7.6.5 Мощность направленного эквивалента дозы (МНЭД) вычисляется по формулам

$$H'(0,07) [\text{мЗв}\cdot\text{ч}^{-1}] = 1,2 \cdot [\text{мГр}\cdot\text{ч}^{-1}] \quad (6)$$

$$H'(3) [\text{мЗв}\cdot\text{ч}^{-1}] = 1,19 \cdot [\text{мГр}\cdot\text{ч}^{-1}] \quad (7)$$

7.6.5 Введен дополнительно (Изм.№ 1)

7.7 Определение погрешности поверяемой установки

7.7.1 Основную относительную погрешность установки при доверительной вероятности 0,95 в каждой поверочной точке Δ_Σ вычисляют по формуле

$$\Delta_\Sigma = k \cdot \sqrt{\frac{1}{3} \cdot (\theta_0^2 + \theta_R^2 + \theta_t^2 + \Delta) + S_1^2}, \quad (8)$$

где k – коэффициент, зависящий от случайной и неисключенной систематической погрешности и доверительной вероятности, определяемый по ГОСТ Р 8.736-2011;

θ_0 – погрешность эталонной дозиметрической установки, %;

θ_R – погрешность определения расстояния, %;

θ_t – погрешность коэффициентов перехода от единиц кермы или поглощённой дозы

в воздухе к единицам операционных величин, обусловленная отличием реальных условий измерений от принятых при определении этих коэффициентов (условия электронного равновесия, угол падения излучения), погрешность значений переходных коэффициентов, в предположении равномерного закона её распределения, составляет $\theta_1 = 3,5 \%$;

Δ – погрешность метода передачи размера единицы (2 % по Приказу Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314 и 1 % по ГОСТ 8.070-2014);

S_1 – оценка среднеквадратического отклонения показаний компаратора при измерениях, %, значение S_1 рассчитывается в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011 по данным, полученным в пунктах 7.4 и 7.5.

7.7.2 Значение Δ в любой точке не должно превышать пределов, указанных в 1.2.2 руководства по эксплуатации ФВКМ.412133.033РЭ.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

8.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

8.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

8.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник лаборатории
Менделеевского филиала
ФБУ «Ростест-Москва»

И.В. Акимов

Главный специалист лаборатории
Менделеевского филиала
ФБУ «Ростест-Москва»

М.В. Чаузова

Приложение А
(рекомендуемое)

**Рекомендации
по определению геометрических размеров равномерного поля**

А.1 Размер детектора, при помощи которого определяют равномерность поля, должен быть не более 1/3 минимального размера сечения пучка. На расстоянии 0,5 м сечение пучка 160 мм. Следовательно, детектор может иметь размер не более 50 мм. Чем меньше размер детектора, тем выше достоверность получаемых результатов, при этом диапазон измерений дозиметра должен соответствовать диапазону передаваемых установкой величин. Так как, измерения являются относительными, не имеет значение, какую конкретно величину измеряет дозиметр.

А.2 Для выполнения измерений могут использоваться дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКГ-09Д «Чиж» (номер в госреестре 73109-18), ДКС-АТ1121, ДКС-АТ1123 (номер в госреестре 19793-19) и др.

Дозиметр ДКГ-09Д «Чиж» имеет размеры детектора 7×7×15 мм и должен располагаться боком к источнику, чтобы излучение падало на плоскость 7×7 мм.

Детектор дозиметров ДКС-АТ1121, ДКС-АТ1123 располагается торцом к источнику, как при поверке.

А.3 Для удобства позиционирования детектора в требуемой точке рекомендуется использовать лист из оргстекла толщиной не более 7 мм и размером 400×400 мм. Для энергии ^{137}Cs поглощение составляет не более 5 % и искажения пучка не происходит. В центре листа рисуется «мишень» в виде креста с обозначением точек по вертикали и горизонтали с шагом 1 см.

А.4 При измерениях лист оргстекла устанавливается перпендикулярно оси пучка, центр «мишени» должен располагаться на оси пучка (по лазерному указателю), а дозиметр – вплотную за оргстеклом на подставке, обеспечивающей расположение оси детектора напротив требуемой точки «мишени». При этом, расстояние от источника до центра чувствительной области детектора, должно быть соответственно 0,5 или 1,0 м.

А.5 Рекомендуется проводить измерения в следующих точках (от оси пучка вверх – вниз и влево – вправо):

- для расстояния 0,5 м: 0, ±3, ±5, ±6 см;
- для расстояния 1,0 м: 0, ±6, ±12, ±14 см.

В каждой точке выполнять не менее пяти измерений. При этом, для исключения систематической погрешности из-за ошибки в расположении дозиметра, каждый раз надо заново устанавливать детектор дозиметра в требуемую точку.