МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

ПРИБОРЫ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ И МОЩНОСТИ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ, ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ И МОЩНОСТИ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ В ВОЗДУХЕ ФОТОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МИ 1788 – 87

Взамен ГОСТ 8.313-78
ГОСТ 8.348-79

Дата введения 01.03.88 г.

Настоящие методические указания (МИ) распространяются на образцовые и рабочие дозиметрические приборы для измерения экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы фотонного излучения с энергией от 0,005 до 3 МэВ, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в воздухе фотонного излучения с энергией до 10 МэВ и устанавливают методику первичной поверки образцовых (выпускаемых по стандартам или ТУ на образцовые средства измерений) и рабочих средств измерений, а также методику периодической поверки образцовых и рабочих средств измерений.

Экспериментальное определение метрологических характеристик дозиметрических приборов при их метрологической аттестации в качестве образцовых средств измерений следует проводить по настоящей методике. Порядок проведения метрологической аттестации регламентирован МИ 1318-86.

Допускается поверять образцовые и рабочие средства измерений кермы и мощности кермы в воздухе, рабочие средства измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в ткане-эквивалентном стандартном веществе и эквивалентной дозы фотонного излучения с энергией фотонов от 0,005 до 10 МэВ по настоящим методическим указаниям.

gost.e-ecolog.ru

I. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

I.I.При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

внешний осмотр п.5.2;

опробование п.5.3;

определение основной погрешности п.5.4.

I.2.При невыполнении одного из требований раздела 5 методических указаний поверка должна быть прекращена.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.I.При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице.

Номер пункта	Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики
5.4.I	Рабочий эталон - дозиметрические установки в диапазонах измерений экспозиционной дозы $I.IO^{-4}$ - $2.IO^{-3}$ Р и мощности экспозиционной дозы $I.IO^{-5}$ - 2 Р/с с энергией фотонов от 5 до 3000 кэВ; рабочий эталон - меры экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в диапазонах измерений экспозиционной дозы $I.IO^{-5}$ - 2 Р и мощности экспозиционной дозы $I.IO^{-6}$ - $2.IO^{2}$ Р/с; рабочий эталон тормозного излучения до I0 МэВ в соответствии с ГОСТ 8.20I-76; образцовые I-го разряда дозиметрические установки в диапазонах измерений экспозиционной дозы $I.IO^{-4}$ - $2.IO^{5}$ Р и мощности экспозиционной дозы $I.IO^{-5}$ - $2.IO^{2}$ Р/с с энергией фотонов от 5 до 3000 кэВ;

Продолжение

Номер пункта	Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики
	образцовые I - го разряда меры экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в диапазонах измерений экспозиционной дозы $I.10^{-7}$ - 2 Р и мощности экспозиционной дозы $I.10^{-8}$ - 5.10^{-2} Р/с;
	образцовые I и 2 -го разрядов дозиметрические приборы в диапазоне энергий фотонов от 0,005 до I0 МэВ в диапазонах измерений экспозиционной дозы $I.10^{-7}$ - 2.10^{3} Р и мощности экспозиционной дозы $I.10^{-8}$ - 2.10^{2} Р/с;
	образцовые 2 - го разряда меры мощности экспозиционной дозы и экспозиционной дозы гамма- излучения в диапазонах измерений экспозиционной дозы $I.10^{-7}$ - 2 Р и мощности экспозиционной дозы $I.10^{-8}$ - 2.10^{-I} Р/с;
	образцовые 2 -го разряда дозиметрические установки в диапазонах измерений экспозиционной дозы $I.10^{-4}$ - 2.10^{-3} Р и мощности экспозиционной дозы $I.10^{-5}$ - 2.10^{-2} Р/с в диапазоне энергий фотонов от 5 до 3000 кэВ;
	образцовые 3 -го разряда передвижные дозиметрические установки гамма-излучения в диапазонах измерений экспозиционной дозы $I.10^{-7}$ - 2 Р и мощности экспозиционной дозы $I.10^{-5}$ - 2.10^{-2} Р/с;
	вспомогательное оборудование: водный фантом кубической формы размером 30х30х30 см или из тканеэквивалентного материала (см.стр .Ib); барометр; термометр по ГОСТ II2-78; секундомер по ГОСТ 5072-79; психрометр с погрешностью не более I0 % ; дозиметрический прибор ДРГЗ - 02 или ДРГЗ - 03, диа-

Продолжение

Номер пункта	Наименование средств поверки и их нормативно-технические характеристики
	пазон измерения мощности экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучения 0-100 мкР/с и 0 -1000 мкР/с соответственно, основная погрешность не более 20 %; дозиметрический прибор СРП-68-01, диапазон измерений мощности экспозиционной дозы 0-3000 мкР/ч, основная погрешность прибора 10 %

Примечания: 1. I Р/с = $2,58.10^{-4}$ А/кг; I Р = $2,58.10^{-4}$ Кл/кг

2. При проведении поверки в единицах поглощенной дозы или эквивалентной дозы фотонного излучения должны применяться поверочные дозиметрические установки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 8.087-81, аттестованные в единицах поглощенной или эквивалентной дозы с использованием коэффициентов перехода от экспозиционной дозы к поглощенной дозе в воздухе или тканеэквивалентном веществе, либо к эквивалентной дозе в соответствии с ГОСТ 25935-83, или аттестованные по методическим указаниям "ГСИ.Установки радионзотопные. Методика метрологической аттестации по мощности поглощенной дозы".

3. Образцовые средства измерений в соответствии с ГОСТ 8.034-82.

2.2.Перечень рекомендованных средств поверки, которые могут быть аттестованы в качестве рабочих эталонов, образцовых средств измерений и их технические характеристики приведены в приложении 1.

2.3.Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке (метрологической аттестации).

2.4.Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящих методических указаний.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5;
относительная влажность воздуха, %	60 ± 15;
атмосферное давление, кПа	101,3 ± 4;

Примечание. В технически обоснованных случаях (для негерметичных ионизационных камер) допускается проводить поверку в условиях, отличающихся от требований по ГОСТ 8.395–80, но результаты поверки должны быть приведены к нормальным условиям по формуле

$$N_н = N \cdot \frac{101,32}{H} \cdot \frac{(273,15 + t)}{(273,15 + 20)},$$

где

$N_н$ – результат измерения физической величины, приведенный к нормальным условиям;

N – значение физической величины, полученное при температуре воздуха t °С и атмосферном давлении Н.

H – давление воздуха во время поверки, кПа.

Подготовка всех средств измерений к работе должна быть проведена в соответствии с их технической документацией (ТД).

3.2. При поверке фон ионизирующего излучения не должен превышать 0,01 значения измеряемой физической величины поверяемого поддиапазона в месте нахождения блока детектирования или должен быть учтен при проведении поверки.

3.3. Поверку блоков детектирования дозиметрических приборов для контроля окружающей среды в единицах экспозиционной дозы, воздушной керма, эквивалентной и поглощенной дозам проводят в воздухе в отсутствии фантома, либо в фантоме с приведением результатов измерений к указанным условиям путем использования соответствующих переходных коэффициентов, приведенных в приложении 5,6,7.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1.Требования безопасности при подготовке и проведении поверки должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79. ГОСТ 12.0.004-79 "Основным санитарным правилам работы с радиоактивными веществами и другими источниками излучений (ОСП-72/80)","Нормам радиационной безопасности (НРБ-76)", "Правилам электробезопасности при эксплуатации испытательных станций и лабораторий предприятий и научно-исследовательских институтов", "Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей" и"Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", действующим инструкциям по мерам безопасности.

4.2.Процесс поверки должен быть отнесен к особо вредным условиям труда.

5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1.К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве государственных или ведомственных поверителей в установленном порядке.

5.2.Внешний осмотр

5.2.1. При внешнем осмотре должно быть установлено: соответствие комплектности поверяемого дозиметрического прибора техническому описанию (ТО) в объеме, необходимом для поверки;

наличие свидетельства о предыдущей поверке (метрологической аттестации);

отсутствие на приборе, блоках детектирования загрязнений, механических повреждений, влияющих на их работу.

5.3.Опробование

5.3.1.При опробовании поверяемого прибора необходимо проверить в соответствии с ТД:

действие органов управления;

работоспособность источников питания и осветительных систем;

возможность установки нуля при включении и выключении питания и при переключении поддиапазонов,

показание прибора при контроле его чувствительности от контрольного источника, если он входит в комплект поверяемого прибора, либо при наличии в приборе источника или источников нормированного электрического сигнала, показание от него.

5.4. Определение основной погрешности

5.4.1. Основную погрешность поверяемых средств измерений определяют одним из следующих методов:

методом прямых измерений экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы фотонного излучения рабочих эталонов – мер мощности экспозиционной дозы или дозиметрических установок; образцовых I или 2-го разрядов дозиметрических установок, образцовых I или 2-го разряда мер мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, или образцовых 3-го разряда передвижных дозиметрических установок;

методом сличения при помощи компаратора с образцовыми I или 2-го разряда дозиметрическими приборами;

методом сличения с использованием эквивалентного поля или подобия радиационных полей для рабочих дозиметрических приборов. Описание методов изложено в приложении 2.

Примечание. Допускается для рабочих дозиметрических приборов применять метод подобия нормированных электрических сигналов или метод поэлементной поверки по согласованию с органами Госстандарта СССР.

5.4.2. При определении основной погрешности поверяемых приборов центр чувствительной области блока детектирования должен располагаться на центральной оси пучка фотонного излучения или в центре поля, если поле диффузное. Требования к сечению и размерам поля должны соответствовать ГОСТ 8.С 7-81, требования к равномерности поля – ГОСТ 25935-83. При установке в поле одновременно нескольких блоков детектирования неравномерность поля в плоскости, проходящей через

центры их чувствительной области и перпендикулярной направлению излучения, не должна превышать I/3 основной погрешности этих блоков, установленной в ТД.

При использовании установок, основанных на применении метода подобия радиационных полей или эквивалентного поля, допускается использовать неполное перекрытие блока детектирования дозиметрического прибора полем излучения.

Примечание. За центр чувствительной области блоков детектирования принимают: для полостных камер - их геометрический центр; для сцинтилляционных кристаллов, счетчиков - метку, нанесенную изготовителем на блок детектирования; для камер диафрагмового типа - геометрический центр плоскости входного окна, ограничивающего пучок излучения.

5.4 3. Основную погрешность дозиметрических приборов определяют в следующей последовательности.

5.4.3.I. По данным метрологической аттестации поверочной дозиметрической установки или меры выбирают действительное значение мощности экспозиционной дозы рентгеновского или гамма-излучения.

5.4.3.2. Для дозиметрических приборов с погрешностью до 8 % выбирают:

для поверки каждого поддиапазона мощности экспозиционной дозы три значения мощности экспозиционной дозы, соответствующие отметкам 0,3 - 0,4; 0,5 - 0,6; 0,7-0,8 конечного значения шкалы прибора;

для поверки каждого поддиапазона экспозиционной дозы одно (и более) значение мощности экспозиционной дозы;

Каждое измерение проводят не менее 5 раз и вычисляют среднее арифметическое значение.

5.4.3.3. Для дозиметрических приборов с погрешностью 8- 20 %

выбирают:

для поверки каждого поддиапазона мощности экспозиционной дозы два значения мощности экспозиционной дозы, соответствующие отметкам 0,3 – 0,4 и 0,7 – 0,8 конечного значения шкалы прибора;

для поверки поддиапазонов экспозиционных доз одно (или более) значение мощности экспозиционной дозы.

В каждой отметке измеряют не менее трех раз и определяют показание прибора, максимально удаленное от действительного значения мощности экспозиционной дозы или экспозиционной дозы.

5.4.3.4. Для дозиметрических приборов с погрешностью более 20 % для поверки выбирают одно значение мощности экспозиционной дозы, соответствующее отметке 0,6 – 0,8 конечного значения шкалы поверяемого поддиапазона, и одно значение мощности экспозиционной дозы для поверки поддиапазона экспозиционной дозы.

Измерения проводят не менее трех раз и определяют показание прибора, максимально удаленное от действительного значения мощности экспозиционной дозы.

5.4.3.5. Показания прибора записывают в протокол поверки, форма которого приведена в приложении 3.

В протоколе поверки также записывают показания прибора при контроле его чувствительности от контрольного радиоактивного источника или нормированного электрического сигнала до и после поверки.

5.4.4. Для дозиметрических приборов с погрешностью до 8 % определяют соответствие измеренного поверяемым прибором значения мощности экспозиционной дозы или экспозиционной дозы действительному значению путем вычисления поправочного множителя " C ", равного

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i}{n}; \quad \dot{C} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \dot{C}_i}{n}; \quad C_i = \frac{X_д}{\bar{X}_i}; \quad \dot{C}_i = \frac{\dot{X}_д}{\bar{\dot{X}}_i},$$

где C_i и $\dot{C}_i$ – поправочные множители, определенные в i -ой отметке поверяемого поддиапазона для экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы соответственно;

n – число точек, в которых проводилась поверка по всем поддиапазонам;

X_q и $\dot{X}_q$ – действительные значения экспозиционной дозы или мощности экспозиционной дозы в i -ой отметке шкалы (из свидетельства на образцовое средство измерений);

$\bar{X}_i$ и $\bar{\dot{X}}_i$ – среднее арифметическое значение из числа измерений, выполненных поверяемым прибором в i -ой отметке.

При выпуске из производства поверяемый множитель "С" должен быть равен единице при градуировке дозиметрического прибора на гамма-излучении Cs -137 не менее, чем для одного блока детектирования.

Для остальных блоков детектирования значения поправочного множителя "С" должно быть 0,9-1,1.

Примечание. При градуировке дозиметрического прибора на другом излучении должен быть определен при выпуске из производства коэффициент перехода к гамма-излучению Cs -137.

Для рабочих дозиметрических приборов с погрешностью более 8 % значение поправочного множителя "С" не определяют.

5.4.5. Определение энергетической зависимости чувствительности блоков детектирования дозиметрических приборов с погрешностью до 20 % проводят при первичной поверке приборов, замене блока детектирования, после ремонта прибора или блока детектирования.

Для рабочих дозиметрических приборов с погрешностью более 20 % энергетическую зависимость чувствительности блока детектирования определяют на приборах, подвергаемых периодическим испытаниям при выпуске из производства. Энергетическую зависимость чувствительности определяют для каждого блока детектирования, входящего в комплект поверяемого прибора и предназначенного для измерения экспозиционной дозы или мощности экспозиционной дозы фотонного излучения с энерги-

ей от 0,005 до 10 МэВ для режимов излучения, приведенных в приложении 4. Энергетическую зависимость определяют на одном поддиапазоне прибора не менее, чем при трех значениях энергии, равномерно распределенных в диапазоне энергий фотонов (в том числе и на его краях), указанном в ТД на прибор.

При измерениях экспозиционную дозу или мощность экспозиционной дозы (для каждого значения энергии фотонов) выбирают такой, чтобы показания поверяемого прибора лежали в отметке 0,5 ÷ 0,7 конечного значения поверяемого поддиапазона.

При каждом значении энергии измерения проводят не менее пяти раз для образцовых приборов и трех раз – для рабочих.

За результат измерения принимают среднее арифметическое значение. Результаты измерений записывают в протокол и определяют согласно п.5.4.4 зависимость поправочного множителя "С" от энергии излучения. Если значение поправочного множителя "С" во всем поверяемом энергетическом диапазоне изменяется не более, чем ± 7 % (например, камера 70110 приборов 27012, М2300), то в свидетельстве указывают его среднее арифметическое значение. Если отклонение превышает ± 2 %, то зависимость поправочного множителя "С" от энергии указывают в графической или табличной форме и прилагают к ТД.

5.4.6. На основании результатов, полученных по п.5.4.3.2 определяют границы основной погрешности образцовых 1,2-го разрядов и рабочих с погрешностью до 20 % дозиметрических приборов с учетом погрешности рабочих эталонов или образцовых средств измерений и метода передачи размера единицы по формуле

$$\Delta_0 = \alpha \sqrt{\theta_0^2 + \theta_1^2 + \Delta_0'^2}, \qquad (2)$$

где α – коэффициент, определяемый доверительной вероятностью P; для P = 0,95 он равен 1,1;

θ_0 – неисключенная систематическая погрешность – погрешность рабо-

чего эталона или образцового средства измерения, с помощью которого проводят поверку (из свидетельства о поверке (о метрологической аттестации));

Δ'_0 – доверительная граница погрешности метода передачи размера единицы по ГОСТ 8.034 – 82;

$\Theta_i = \Theta_c = 3S_c$ – доверительная граница погрешности определения усредненного поправочного коэффициента "С", который вводят, если среднее арифметическое значение результата измерения поверяемого прибора отличается от действительного значения экспозиционной дозы фотонного излучения на постоянный множитель для дозиметрических приборов с погрешностью до 8 %;

S_c – оценка среднего квадратического отклонения определения коэффициента "С", которую вычисляют в процентах по формуле

$$S_c = \frac{100}{\bar{X}_i}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(X_g - \bar{X}_i\right)^2}{n(n-1)}} \quad \text{либо} \quad S_c = \frac{100}{\bar{X}_i}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(X_g - \bar{X}_i\right)^2}{n(n-1)}}$$

(внутригрупповым разбросом можно пренебречь, т.к. он мал и учитывается в S_c).

Для дозиметрических приборов с погрешностью от 8 до 20 % $\Theta_i = \Delta_{пр}$ – максимальная погрешность измерения при поверке, которую вычисляют в процентах по формуле

$$\Delta_{пр} = max\left|\frac{X_{i\,max} - X_g}{X_g}\right| \cdot 100 \quad \text{или} \quad \Delta_{пр} = max\left|\frac{X_{i\,max} - X_g}{X_K}\right| \cdot 100$$

в зависимости от нормирования, указанного в ТД на поверяемый прибор.

Ввиду того, что максимальная погрешность измерения при поверке определена границами, доверительную границу погрешности поверяемого средства измерений рассчитывают по формуле

$$\Delta_0 = 1{,}1\sqrt{\Theta_0^2 + \Delta_{пр}^2},$$

так как погрешность передачи входит в $\Delta_{пр}$.

При этом

$X_{i\,max}$ – показание прибора, максимально удаленное от действительного значения физической величины при измерениях поверяемым прибором в двух отметках поддиапазона, или $X_{i\,max} = X$ пр., если по условиям эксплуатации выполняется только одно измерение;

X_g – действительное значение мощности экспозиционной дозы, взятое из свидетельства на образцовую поверочную установку или определенное как среднее арифметическое значение результата измерения, выполненного образцовым прибором;

$X_к$ – конечное значение шкалы поверяемого прибора;

5.4.7. Для рабочих дозиметрических приборов с погрешностью более 20 % используют метод отбраковки – проверяют, находится ли показание поверяемого прибора (то же, если проводят одно измерение) в допускаемых пределах

$$X_g - \Delta \leq X_{пр} \leq X_g + \Delta \qquad (4)$$

где Δ – значение погрешности в единицах измеряемой величины, согласно ТД на прибор.

5.4.8. За доверительную границу основной погрешности прибора принимают наибольшее из всех значений погрешности без учета знака, определенных для каждого выбранного значения энергии.

Для чувствительных поддиапазонов (шкал, декад) допускается указывать поправочный множитель "С" и погрешность отдельно.

5.5. Поверка образцовых и рабочих средств измерений керма (мощности керма) в воздухе, поглощенной дозы (мощности поглощенной дозы) в воздухе и рабочих средств измерений поглощенной дозы (мощности поглощенной дозы) в стандартном тканеэквивалентном веществе, а также эквивалентной дозы по образцовым средствам измерений, градуированным в единицах экспозиционной дозы фотонного излучения.

5.5.1. Переход к единицам керма (мощности керма) в воздухе, поглощенной дозы (мощности поглощенной дозы) в воздухе

При переходе к единицам керма в воздухе "К" или поглощенной дозы в воздухе "Д" в греях от единиц экспозиционной дозы "Х" в рентгенах, измеренной образцовым прибором или взятой из свидетельства на установку, используют формулу

$$K = 8{,}73 \cdot 10^{-3} \left(1 - g\right)^{-1} \cdot X \qquad (5)$$

(для средней энергии ионообразования, равной 33,85 ± 0,02 Дж.Кл$^{-1}$); Значения коэффициента g в зависимости от энергии фотонов приведены в приложении 5.

Полученные значения керма или поглощенной дозы в воздухе сравнивают со значением керма или поглощенной дозы в воздухе, измеренными поверяемым прибором, проградуированным в единицах керма в воздухе или поглощенной дозы в воздухе.

Дальнейшие операции поверки выполняют по пп.5.4.3-5.4.8 настоящих методических указаний.

5.5.2.Переход к единицам поглощенной дозы в стандартном веществе (вода, графит, ткань)

При переходе к единицам поглощенной дозы "Д" в стандартном веществе в греях от значения экспозиционной дозы "Х" в рентгенах, измеренной в фантоме из соответствующего вещества, для рабочих дозиметрических приборов используют формулу 6 или коэффициент по ГОСТ 25935-83

$$Д = 8{,}73 \cdot 10^{-3} \cdot X \cdot \mu_{en\,m}/\mu_{en\,возд} \qquad (6)$$

где $\mu_{en\,m}/\mu_{en\,возд}$ - отношение средних массовых коэффициентов поглощения энергии в стандартном веществе m и в воздухе, которые приведены в приложении 7.

Полученные значения поглощенной дозы в стандартном веществе (вода, графит, ткань) сравнивают со значениями поглощенной дозы, измеренной поверяемым прибором, проградуированным в единицах поглощенной дозы в соответствующем веществе. Дальнейшие операции следует

выполнять по пп.5.4.2 – 5.4.8 настоящих методических указаний.

5.5.3. Переход к эквивалентной дозе

При переходе к единицам эквивалентной дозы в зивертах слабопроникающего излучения $H'(0,07)$ от экспозиционной дозы, измеренной в рентгенах, используют формулу

$$H'(0,07) = X \cdot f(0,07) \qquad (7)$$

Примечание. Коэффициент качества по ГОСТ 8.496–83 для фотонного излучения с энергией фотонов от 5 кэВ до 10 МэВ равен единице.

При переходе к единицам эквивалентной дозы в зивертах сильнопроникающего излучения $H''(10)$ от экспозиционной дозы, измеренной в рентгенах, используют формулу

$$H''(10) = X \cdot f(10) \qquad (8)$$

Значения коэффициентов $f(0,07)$, $f(10)$ приведены в приложении 6.

Примечание. Состав тканеэквивалентного фантома: 76,2 % кислорода, 11,1 % углерода, 10,1 % водорода, 2,6 % азота.

Полученные значения эквивалентной дозы $H'(0,07)$ или $H''(10)$ сравнивают со значениями эквивалентной дозы, измеренной прибором, проградуированным в единицах эквивалентной дозы. Дальнейшие операции поверки следует выполнять по пп.5.4.2 – 5.4.8 настоящих методических указаний.

5.5.4. При определении доверительных границ основной погрешности дозиметрических приборов, градуированных в единицах поглощенной дозы в воздухе, керма в воздухе, эквивалентной дозы, поглощенной дозы в ткани следует учитывать погрешность определения переходных коэффициентов как неисключенную систематическую погрешность θ при расчете по формулам (2,3) и суммировать ее под корнем:

Для поглощенной дозы и керма в воздухе, мощности поглощенной дозы и мощности керма в воздухе $\theta_к = 0,2$ %.

Для эквивалентной дозы и поглощенной дозы в веществе $\theta_э = 2$ %.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1. На образцовые дозиметрические приборы, прошедшие поверку и удовлетворяющие требованиям настоящих МИ, выдают свидетельство о поверке установленной формы. Форма заполнения оборотной стороны свидетельства приведена в приложении 8.

6.2. Положительные результаты поверки и метрологической аттестации рабочих дозиметрических приборов оформляют:

при государственной поверке и метрологической аттестации нанесением поверительного клейма или выдачей свидетельства;

при ведомственной поверке нанесением поверительного клейма ведомственной метрологической службы или выдачей свидетельства о поверке. Поверительное клеймо должно быть нанесено на месте, исключающем возможность доступа внутрь прибора.

6.3. *Дозиметрические приборы, не удовлетворяющие требованиям* настоящих МИ, к выпуску в обращение не допускают, поверительное клеймо гасят, свидетельство аннулируют, а в паспорте вносят запись о непригодности прибора с указанием причин.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Справочное

Перечень образцовых средств измерений, которые могут быть применены для поверки средств измерений мощности экспозиционной дозы и экспозиционной дозы гамма-излучения, кермы и мощности кермы в воздухе, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы гамма-излучения в воздухе

Заводское обозначение	Радионуклид	Энергия фотонов, МэВ	Диапазон измерений Р/с	Примечание
I	2	3	4	5
УПГД-IМ*	^{137}Cs, ^{60}Co	0,66; I,25	$I,2.10^{-5}$–$I,9.10^{-3}$	Стационарная
УПГД-2 *	^{137}Cs, ^{60}Co	0,66; I.25	$I,2.10^{-5}$–$I.9.10^{-3}$	-"-
УПД-I *	^{226}Ra	0,84	$I,10^{-8}$ – $I.10^{-5}$	-"-
УПД-ИНТЕР	^{137}Cs	0,66	8.10^{-8}–$I,2.10^{-I}$	-"-
УПГДС-I	$^{90}Sr + ^{90}Y$	0,55	$3,I.10^{-8}$–$I,6.10^{-6}$	Передвижная
УПГДС-2	$^{90}Sr + ^{90}Y$	0,55	5.10^{-7}–$3,I.10^{-4}$	-"-
УПГДС-3	$^{90}Sr + ^{90}Y$	0,55	$2,8.10^{-7}$–$5,4.10^{-6}$	-"-
УПГДС-4	$^{90}Sr + ^{90}Y$	0,55	$6,6.10^{-6}$–$I.10^{-2}$	-"-
УПГДС-5	$^{90}Sr + ^{90}Y$	0,55	8.10^{-8}– [illegible].10^{-6}	-"-
ВУ-0I	^{137}Cs; ^{60}Co	0,66; I,25	$4,7.10^{-7}$–$4,I.10^{-3}$	Стационарная
СПГ-0I	^{137}Cs	0,66	$3,8.10^{-8}$–0,3	-"-
КИС-НРД-МБм	^{60}Co	I,25	$2,8.10^{-6}$–$4,2.10^{-2}$	-"-
ДРГ2-0I		0,03–I,25	$I.10^{-6}$ – 3	Переносной прибор

Продолжение

1	2	3	4	5
УД - $\frac{1}{2}$ - I8		0,006 - I,25	3.10^{-6} - 90	Переносной прибор
М2300		0,007 -50	2.10^{-6}-200 Гр/мин **	Лабораторный стационар
ДРТ2-02		0,66 - I,25	I - $I.10^{4}$	Переносной прибор
КД 27012		0,007 - I,25	8.10^{-6} - 65,6	-"-
ТР (для рентгеновского излучения)		0,006 - 0,400	$I.10^{-4}$ - I0	Стационарные
ДКС-05		0,030 - 3	$0,I.10^{-6}$ - II,5	Переносной прибор

*) Обеспечивает поверку образцовых и рабочих дозиметрических приборов гамма-излучения

**) Указанный диапазон измерений дозиметрического прибора М 2300 обеспечивается набором из шести ионизационных камер.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

МЕТОДЫ ПОВЕРКИ ОБРАЗЦОВЫХ И РАБОЧИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

I. Метод сличения при помощи компаратора заключается в сравнении характеристик поля контролируемого источника или поля дозиметрической установки с соответствующими характеристиками известного образцового источника или поля.

В качестве компаратора используют образцовый дозиметрический прибор или блок детектирования со стабильной измерительной системой. Компаратор должен обеспечить отсчет показаний с погрешностью не более 0,5 % при нестабильности не более I % за время измерений. При использовании компаратора сравниваются показания дозиметрических приборов поверяемого и образцового, помещенных одновременно или поочередно в поле дозиметрической установки.

Например, поместив в поле дозиметрической установки одновременно две камеры 70110 и 70109 приборов – клинических дозиметров 27012 и М2300 соответственно, можно провести градуировку КД27012 в единицах поглощенной дозы в воздухе (грей).

2. Метод подобия радиационных полей реализуют применением радиационного поля дозиметрической установки в набором фильтров известной кратности ослабления. Метод используют при поверке поддиапазонов прибора с большими значениями мощности экспозиционной дозы; блок детектирования поверяемого прибора устанавливают на любом близком расстоянии от источника гамма-излучения. С помощью фильтра известной кратности ослабления $A_ф$ подбирают такое показание прибора $N_{ℓ.1}$, которое составило бы 0,3 – 0,4 и 0,6 – 0,8 конечного значения каждого поверенного поддиапазона. Затем прибор переключают на следующий поддиапазон с большим значением мощности экспозиционной дозы, фильтры убирают. Показание прибора должно быть равно $N_ℓ = N_{ℓ.1} A_ф$,

где $A_ф$ – кратность фильтра для каждой из выбранных точек поддиапазо-

на соответственно.

3. Метод эквивалентного поля подразумевает применение набора источников гамма-излучения с известным соотношением мощности экспозиционной дозы. При проверке поддиапазонов приборов с большими значениями мощности экспозиционной дозы блок детектирования прибора устанавливают на любом близком от источника расстоянии, подбирают такой источник гамма-излучения, показание от которого составило бы 0,3 –0,4 и 0,6–0,8 конечного значения последнего поверенного поддиапазона. Затем проверенный прибор переключают на следующий поддиапазон с большим значением мощности экспозиционной дозы, заменяют источник на источник того же типа, но мощность экспозиционной дозы которого в А раз больше предыдущего.

Показание прибора должно быть равно $N_i = N_{i-1} \cdot A$ для каждой из выбранных отметок поддиапазона.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ФОРМА ПРОТОКОЛА

поверки дозиметрического прибора и пример расчета погрешности

_____ типа _____ №_____, представленный_____
(наименование прибора)
Измерения проводятся на установке_____при условиях_____

Пример расчета погрешности

I. Поверка приборов с погрешностью до 8%.

поддиапазон 1000Р/мин			поддиапазон 300Р/мин			поддиапазон 100Р/мин		
$\dot{X}$ Р/мин	$N_{пр.}$	$C=\frac{\dot{X}}{\bar{N}_{пр}}$	$\dot{X}$ Р/мин	$N_{пр.}$	$C=\frac{\dot{X}}{\bar{N}_{пр}}$	$\dot{X}$ Р/мин	$N_{пр.}$	$C=\frac{\dot{X}}{\bar{N}_{пр}}$
	I отм. 232			70,0			29,6	
	231	I,022		70,2			29,4	
	234			70,I			29,6	
237	233		72,8	70,0	I,038	30,3	29,6	I,027
	231			70,2			29,5	
	ср.232			ср.70,I			ср.29,5	
	2 отм. 475			I50			6I,0	
	480			I52			6I,I	
482	480	I,0I0	I54,2	I52	I,02I	62,2	6I,0	I,0I8
	475			I50			6I,2	
	476			I50			6I,I	
	ср.477			ср.I5I			ср.6I,I	
	3отм. 966			205			79,2	
	967			206			79,I	
992	960	I,029	2I4	205	I,046	84,0	79,2	
	968			205			79,2	
	964			206			79,2	
	ср.964			ср.205			ср.79,2	
		Ср. $\bar{C}_1$= 1,020			Ср. $\bar{C}_2$= 1,035			Ср. $\bar{C}_3$= 1,03

и т.д. по всем поддиапазонам определяемой физической величины

$\bar{C}=\frac{\sum \bar{C}}{n}$, в нашем случае $\bar{C}_1$= I,020

$\bar{C}_2$= I,035

$\bar{C}_3$= I,035

$\bar{\bar{C}}$ = 1,030

$\bar{C}-\bar{\bar{C}}$	$(\bar{C}-\bar{\bar{C}})^2 \cdot 10^6$
0,010	I00
0,005	25
0,005	25
	$\sum$ I50

$$\theta_c = 3\,S_{\bar{c}} = 3\frac{I}{\bar{C}}\sqrt{\frac{\sum(\bar{C}-\bar{\bar{C}})^2}{5,2}}\cdot 100\% = \frac{10^{-3}}{I,030}\sqrt{\frac{I50}{6}}\,100\% = I,46\%.$$

Тогда Δ_o= I,I $\sqrt{2,5^2 + I,46^2 + 0,8^2}$ = 3,3 %, что соответствует погрешности образцового прибора I-го разряда.

2. Поверка приборов с погрешностью 8 – 20 % в двух точках поддиапазона с использованием меры 2-го разряда

θ = 6 % (из свидетельства).

Действительное значение $\dot{X}$ Р/с	Показания прибора – N	Δ пр.
0,86	0,93 0,81 0,89	$\Delta_{пр_1} = \frac{0,93 - 0,86}{0,86} \cdot 100 = 8,1\ \%$
0,35	ср. зн. N_1 = 0,88 0,35 0,32 0,40	$\Delta_{пр_2} = \frac{0,36 - 0,40}{0,35} \cdot 100 = 11,4\ \%$
	ср. зн. N_2 = 0,36	принимаем $\Delta_{пр.}$ = 11,4

тогда $\Delta_{\cdot} = 1,1 \sqrt{6^2 + 11,4^2} = 14\ \%$

3 Поверка рабочего дозиметрического прибора с погрешностью более 20 %.

Дата	Тип прибора	Диапазон (шкала) Р/ч	$\dot{X}$ действ. Р/ч	Показание прибора, Р/ч	Допустимые пределы, в которые должно укладываться показание прибора (20 % от конечного значения шкалы)
		0,1 – 1 0	0,7	0,8 0,7 0,6	0,50 – 0,80 Р/ч

Показание прибора укладывается в допустимые пределы, заданные границами.

Прибор считается прошедшим поверку, о чем делается отметка в ТД.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

Режимы фотонного излучения, рекомендуемые для проверки энергетической зависимости блоков детектирования

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Толщина фильтра, мм Al	Ориентировочная толщина слоя половинного ослабления, мм	Эффективное значение энергии фотонов, кэВ
		в алюминии	
I0	-	0,038	6
20	0,I0	0,08	9
30	0,29	0,I9	I3
40	0,50	0,44	I7
40	I,00	0,80	2I
50	2,50	I,62	26
60	4,00	2,34	3I
		в меди	
60	-	0,07	30
I20	-	0,I0	40
I50	3,0 Al	0,30	50
200	2,0 Sn	I,40	95
250	I,02 ВНД + 2 Al	4,60	I85
400	6,0 Sn	3,50	2II
400	3,00 ВНД + I0 Al	6,70	285

Примечание. Фильтры должны изготавливаться из алюминия марок 495 по ГОСТ II069-74, из меди марки М4 по ГОСТ 859-78.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Обязательное

Значение коэффициента q при переходе от экспозиционной дозы в керме в воздухе

Энергия фотонов, МэВ	Воздух $\cdot 10^3$	Вода $\cdot 10^3$	Графит $\cdot 10^3$
0,05	0,054	0,042	0,016
0,10	0,18	0,16	0,14
0,20	0,44	0,39	0,35
0,30	0,71	0,63	0,57
0,40	0,97	0,86	0,78
0,50	1,23	1,09	0,99
0,60	1,48	1,31	1,20
0,70	1,73	1,54	1,41
0,80	1,99	1,76	1,62
0,9[illegible]	2,24	1,99	1,84
1,00	2,50	2,23	2,06
1,26	3,17	2,83	2,63
1,50	3,86	3,38	3.22

Значение коэффициента q при переходе от экспозиционной дозы к керме в воздухе для рентгеновского излучения и ^{60}Co

Напряжение генерирования кВ	Слой половинного ослабления, мм	q
50	4	1.10^{-4}
100–135	0,2 – 0,5 Cu	1.10^{-4}
180	1 Cu	$2,8.10^{-4}$
^{60}Co	14,6 Cu	$3,2.10^{-3}$
^{137}Cs	10,8 Cu	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Обязательное

Коэффициенты перехода $f(0,07)$ и $f(10)$ – от керма в воздухе К и экспозиционной дозы Х к эквивалентной дозе $H'(0,07)$ и $H^{ж}(10)$ в зависимости от энергии фотонного излучения

Энергия фотонов, кэВ	Коэффициент перехода (Зв.Гр$^{-1}$) $f(0,07)=\frac{H(0,07)}{K}$	$f(10)=\frac{H^{ж}(10)}{K}$	Коэффициент перехода (Зв.Р$^{-1}$) $f(0,07)=\frac{H'(0,07)}{X}\cdot 10^{2}$	$f(10)=\frac{H^{ж}(10)}{X}\cdot 10^{2}$
0,01	0,95	0,01	0,83	0,088
0,015	0,99	0,28	0,87	0,25
0,020	1,08	0,60	0,90	0,53
0,025	1,13	0,86	0,99	0,75
0,030	1,22	1,10	1,07	0,94
0,040	1,41	1,47	1,22	1.29
0,050	1,53	1,67	1,34	1,46
0,060(^{241}Am)	1,59	1,74	1,39	1,52
0,070	1,61	1,75	1,41	1,53
0,080	1,61	1,72	1,41	1,51
0,090	1,58	1,68	1,38	1,47
0,100	1,55	1,65	1,36	1,44
0,125	1,48	1,56	1,30	1,37
0,150	1,42	1,49	1,24	1,31
0,200	1,3.	1,40	1,17	1,22
0,250	1,32	1,35	1,16	1,18
0,300	1.28	1,31	1,12	1,15
0,400	1,24	1,25	1,09	1,10
0,500	1,21	1,23	1,07	1,07
0,600	1,20	1.19	1,05	1,04
0,662(^{137}Cs)	1,19	1,20	$1,04_5$	$1,03_5$
0,700	1,19	1,18	1,04	1,03
0,800	1,18	1,16	1,03	1,02
0,900	1,17	1,15	1,03	1,01
1,000	1,16	1,17	1,02	1,02
1,250(^{60}Co)	1,16	1,16	1,02	1,02
1,500	1,16	1,14	1,02	0,99
2,000	1,14	1,13	1,00	0,99

Продолжение

I	2	3	4	5
3,000	I,I4	I,I[illegible]	I,00	0,98
4,000	I,I2	I,II	0,98	0,97
5,000	I,II	I,II	0,98	0,96
I0,000	I,I2	I,I0	0,98	0,96

$f(0,07)$, $f(10)$ - коэффициенты перехода от керма в воздухе к эквивалентной дозе

$f'(0,07)$, $f'(10)$ - коэффициенты перехода от экспозиционной дозы к эквивалентной дозе

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Справочное

Значения массовых коэффициентов поглощения энергии $\mu_{en} \cdot 10^3$ в $м^2/кг$ для фотонов от 5 до 10 МэВ для различных веществ

Энергия фотонов, МэВ	воздух	вода	графит	мягкая ткань
0,005	3896	4129	1798	3697
0,006	2242	2363	1016	2124
0,008	924,6	972,6	408,9	879,8
0,010	464,0	484,0	200,3	440,3
0,015	130,0	134,0	54,26	123,1
0,020	52,55	53,67	21,59	49,62
0,030	15,01	15,20	6,411	14,22
0,040	6,604	6,803	3,265	6,448
0,050	4,031	4,155	2,360	3,990
0,060	3,004	3,152	2,078	3,061
0,080	2,393	2,583	2,029	2,540
0,10	2,318	2,539	2,144	2,511
0,15	2,454	2,762	2,448	2,741
0,20	2,672	2,966	2,655	2,945
0,30	2,872	3,192	2,869	3,170
0,40	2,949	3,279	2,949	3,356
0,50	2,966	3,299	2,967	3,276
0,60	2,953	3,284	2,955	3,261
0,80	2,882	3,205	2,885	3,183
1,00	2 787	3,100	2,791	3,079
1,5	2,545	2,831	2,548	2,811
2,0	2,342	2,604	2,343	2,585
3,0	2,054	2,278	2,045	2,259
4,0	1,866	2,063	1,847	2,043
5,0	1,737	1,913	1,707	1,892
6,0	1,644	1,804	1,604	1,781
8,0	1,521	1,657	1,467	1,632
10,0	1,446	1,566	1,379	1,538

Погрешность коэффициентов для фотонного излучения с энергией о. 5 кэВ до 10 МэВ не превышает $\pm$ 2 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Обязательное

ФОРМА

оборот[ороны свидетельства о государственной
повер[зцовых СИ (метрологической аттестации)

I. Пов[роводилась (указывается метод, тип образцового средст-
ва изме[с помощью которого проводилась поверка, и его номер,
свидете[энергия излучения и т.д.).

2. Для [чения действительных значений ПЭД или ЭД излучения
показани[ора необходим[умножить на поправочный множитель С,
значения[рого приведены в таблице (или графиках).

Тип ка[	Номер	Номинал[шкал X	C	Номинал[шкал X	C

3. До[тельная граница основной погрешности прибора для довери-
тельной [тности 0,95 не превыш[эт %.

4. Пс[ние прибора при контроле чувствительности составляе[
.....) [поддиапазоне....на ..... с блоком детектирования
№..... [контрольного источника №..... в контейнере №.....

5. [действия свидетельства до ..... [x]

[x]Для о[ых дозиметрических приборов,укомплектованных контрольны-
ми ист[ми, по согласованию с территориальными органами Госстан-
дарта [действия свидетельства может быть установлен до трех лет.
Форма [тельства о метрологической аттестации по МИ 1318-86.

Р[АПРИНТ ВНИИМ 3. 464 Т. 115 15.6.88.

gost.e-ecolog.ru