МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЙ ЭТАЛОННЫЕ

Методика поверки по мощности экспозиционной дозы и мощности кермы в воздухе

Издание официальное

БЗ 12—99/611

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
Минск

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» и Техническим комитетом ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации метрологии и сертификации (протокол № 18 от 18 октября 2000 г.)

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азгосстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Беларусь	Госстандарт Республики Беларусь
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызская Республика	Кыргызстандарт
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикстандарт
Туркменистан	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Республика Узбекистан	Узгосстандарт
Украина	Госстандарт Украины

3 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 22 мая 2001 г. № 212-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 8.087—2000 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации с 1 января 2002 г.

4 ВЗАМЕН ГОСТ 8.087—81

© ИПК Издательство стандартов, 2001

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандарта России

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Определения, обозначения, сокращения 2
4 Операции и средства поверки 2
5 Условия поверки 3
6 Требования к квалификации поверителя 3
7 Требования безопасности 3
8 Проведение поверки 4
9 Оформление результатов поверки 7
Приложение А Основные требования к эталонным дозиметрическим установкам 7
Приложение Б Перечень типовых эталонных дозиметрических установок 12
Приложение В Значения коэффициентов g и μ 13
Приложение Г Перечень средств измерений, которые используются в качестве эталонных для поверки установок гамма- и рентгеновского излучений 14
Приложение Д Значения коэффициентов перехода $f(0{,}07)$ и $f(10)$ в зависимости от энергии фотонного излучения 14
Приложение Е Форма протокола поверки эталонной дозиметрической установки 16
Приложение Ж Значения массовых коэффициентов ослабления 17
Приложение И Библиография 18

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЙ ЭТАЛОННЫЕ

Методика поверки по мощности экспозиционной дозы и мощности кермы в воздухе

State system for ensuring the uniformity of measurements. Standard dosimetric installations for X-ray and gamma-radiation. Methods of calibration on the exposure dose rate and air kerma rate

Дата введения 2002—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на эталонные дозиметрические установки, предназначенные для поверки средств измерений экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы (далее — МЭД); кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе; поглощенной дозы в воздухе и мощности поглощенной дозы в воздухе (МПД); направленной и амбиентной эквивалентных доз, мощности направленной и амбиентной эквивалентных доз рентгеновского и гамма-излучений с энергией от 5 до 3000 кэВ, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок по мощности экспозиционной дозы и по мощности кермы в воздухе.

Межповерочный интервал на эталонную дозиметрическую установку устанавливают при ее испытаниях с целью утверждения типа установки и внесения ее в государственный реестр средств измерений.

Основные требования к эталонным дозиметрическим установкам (далее — установкам), подлежащим поверке в соответствии с настоящим стандартом, приведены в приложении А. Перечень типовых эталонных дозиметрических установок приведен в приложении Б.

Коэффициенты перехода от экспозиционной дозы к кермс в воздухе приведены в приложении В.

Перечень эталонных средств измерений для поверки эталонных дозиметрических установок приведен в приложении Г.

Коэффициенты перехода от мощности экспозиционной дозы и кермы в воздухе к другим величинам приведены в приложении Д.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.034—82 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений

ГОСТ 8.207—76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения

ГОСТ 8.381—80 Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Способы выражения погрешностей

ГОСТ 112—78 Термометры метеорологические стеклянные. Технические условия

ГОСТ 427—75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 859—78 Медь. Марки

ГОСТ 11069—74 Алюминий первичный. Марки

ГОСТ 25935—83 Приборы дозиметрические. Методы измерения основных параметров

Издание официальное

3 Определения, обозначения, сокращения

3.1 В настоящем стандарте применяют следующий термин с соответствующим определением:

рабочая точка: Фиксированная точка на градуировочной линейке эталонной установки или в рабочем объеме установки с диффузным полем.

3.2 В настоящем стандарте применяют следующие сокращения и обозначения:

ЭД — экспозиционная доза X;

МЭД — мощность экспозиционной дозы $\dot{X}$;

ПД — поглощенная доза в воздухе D;

МПД — мощность поглощенной дозы в воздухе (в условиях электронного равновесия) $\dot{D}$;

K_a — керма в воздухе;

$\dot{K}_a$ — мощность кермы в воздухе;

$\dot{H}^*$ (10) — мощность амбиентной эквивалентной дозы;

$\dot{H}'$ (0,07) — мощность направленной эквивалентной дозы.

4 Операции и средства поверки

4.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с метрологическими характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1 — Операции и средства поверки

Наименование операции	Номер пункта настоящего стандарта	Наименование средства измерений или вспомогательного средства поверки, их метрологические характеристики	Обязательность проведения операций	
			при выпуске из производства и после ремонта	при эксплуатации
1 Внешний осмотр	8.1	—	Да	Да
2 Опробование	8.2	—	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик:	8.3			
3.1 Определение геометрических размеров равномерного поля излучения	8.3.1	Эталонный (образцовый) дозиметрический прибор 1-го или 2-го разряда, МЭД от 10^{-5} до 2 Р/с — по ГОСТ 8.034	Да	Да
3.2 Определение экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы	8.3.2	Рабочие эталоны 0 разряда (свободно-воздушные и полостные ионизационные камеры), МЭД от 10^{-5} до 2 Р/с, энергия фотонов от 5 до 3000 кэВ — по ГОСТ 8.034. Меры ЭД и МЭД гамма-излучения, МЭД от 10^{-8} до 10^{-5} Р/с. Рабочие эталоны 1-го и 2-го разрядов (образцовые дозиметрические приборы и компараторы), МЭД от 10^{-5} до 2 Р/с — по ГОСТ 8.034. Групповые компараторы — приборы, являющиеся однотипными поверяемым, — по ГОСТ 25935	Да	Да
3.3 Определение интервала рабочих расстояний	8.3.3	Рабочие эталоны — по 3.2 настоящей таблицы, кроме групповых компараторов	Да	Да

Окончание таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта настоящего стандарта	Наименование средства измерений или вспомогательного средства поверки, их метрологические характеристики	Обязательность проведения операций	
			при выпуске из производства и после ремонта	при эксплуатации
3.4 Определение мощности кермы в воздухе, мощности поглощенной дозы в воздухе, мощности направленной эквивалентной дозы и мощности амбиентной эквивалентной дозы	8.3.4	По 3.2 настоящей таблицы	Да	Да
3.5 Определение погрешности поверяемой установки	8.4	—	Да	Да

4.2 Вспомогательные средства поверки:

Линейка металлическая длиной 1 м с ценой деления 1 мм — по ГОСТ 427.

Секундомер [1].

Барометр-анероид М 67 [2].

Термометр по ГОСТ 112.

Психрометр МБ-4м [3].

4.3 Допускается применение других средств поверки, прошедших поверку, по точности не хуже указанных в таблице 1.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С . . . . . (20±5)

относительная влажность воздуха, % . . . . . (60±15)

атмосферное давление, кПа . . . . . (101±4)

напряжение питания от сети частотой 50 Гц, В . . . . . (220±5).

Примечание — При применении свободно-воздушных и полостных камер результаты измерений должны быть приведены к нормальным условиям по формуле

$$N_{н} = N \cdot \frac{101,3}{P} \cdot \frac{273,15 + t}{293,15}, \quad (1)$$

где $N_{н}$ — результат измерений величины, приведенный к нормальным условиям (температура t = 20 °С, давление P = 101,3 кПа);

N — значение величины, измеренной при температуре воздуха t °С и атмосферном давлении P.

5.2 При использовании установок с направленным пучком фотонного излучения необходимо, чтобы расстояние от границ рабочего пучка излучения, а также от конца линейки до окружающих предметов (стен, пола, потолка) было не менее 1,5 м.

6 Требования к квалификации поверителя

6.1 Поверку установок осуществляет лицо, аттестованное в качестве поверителя. Техническое обслуживание и обеспечение работоспособности поверяемой установки выполняет штатный сотрудник.

6.2 Для проведения поверки поверителю необходимо ознакомиться с техническим описанием на установку и рекомендациями по выполнению измерений основных параметров поля излучения.

7 Требования безопасности

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, соответствующие:

- положениям «Основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками радиоактивных излучений (ОСП-72/87)» [4];
- «Нормам радиационной безопасности (НРБ-99)» [5];

- «Правилам безопасности при транспортировании радиоактивных веществ (ПБТРВ-73)» [6];
- «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- инструкциям по технике безопасности при работе на радиационной установке.

7.2 Персонал, постоянно работающий или временно привлекаемый к поверке установок, должен:

- изучить требования по технике безопасности;
- знать настоящий стандарт и инструкции по работе с применяемыми средствами поверки;
- быть допущен к работе с источниками ионизирующих излучений по категории «А» в установленном порядке;
- подвергаться медицинскому освидетельствованию с периодичностью не реже одного раза в год.

7.3 Зона рабочего пучка излучения установки должна быть блокирована и ограждена знаками радиационной опасности так, чтобы мощность эквивалентной дозы на рабочем месте поверителя не превышала 10 мкЗв/ч. По радиационной безопасности установки должны соответствовать требованиям ОСП-72/87 [4] и удовлетворять нормам НРБ-99 [5] или другим нормам радиационной безопасности, действующим в государствах — участниках Соглашения.

7.4 Выполнение требований и условий проведения поверки установки контролирует служба радиационной безопасности. Результаты контроля фиксируют в специальном журнале.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие комплектности поверяемой установки требованиям технической документации в объеме, необходимом для поверки;
- соответствие поверяемой установки требованиям, указанным в приложении А;
- наличие санитарного паспорта на право работы с источниками ионизирующего излучения, выданного службой Государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- наличие эксплуатационной документации на установку (формуляра или паспорта, технического описания), а также свидетельства о первичной или предыдущей поверке установки;
- наличие источников излучения с действующими сроками службы;
- отсутствие в поле излучения установки посторонних предметов, которые могут влиять на результаты измерений.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании дозиметрической установки проверяют:

- исправность органов управления установкой;
- возможность расположения детектора в поле излучения, его фиксации и перемещения вдоль поля излучения;
- возможность перемещения и фиксации фильтров и заслонки перекрытия пучка излучения;
- работоспособность контрольных дозиметрических приборов.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение геометрических размеров равномерного поля излучения

8.3.1.1 Геометрические размеры равномерного поля по МЭД излучения (мощности кермы в воздухе) для дозиметрических установок с направленным коллимированным пучком излучения и градуировочной линейкой в месте расположения детектора измеряют с помощью рабочего эталона нулевого разряда (рабочего эталона) или эталонного (образцового) дозиметрического прибора.

Размер детектора или диаметр входного отверстия свободно-воздушной ионизационной камеры, при помощи которых определяют равномерность поля, должен быть не более $^1/_3$ минимального линейного размера сечения пучка.

8.3.1.2 Порядок проведения измерений

В поле коллимированного пучка излучения на некотором расстоянии от источника в плоскости, перпендикулярной к направлению распространения пучка, помещают детектор эталона или эталонного (образцового) дозиметрического прибора и измеряют МЭД по двум взаимно перпендикулярным осям в плоскости сечения пучка не менее чем в семи равномерно распределенных точках. В каждой точке i выполняют не менее пяти измерений, определяют их среднеарифметические значения $\overline{X}_i$ и отклонения α_i в процентах от среднеарифметического значения МЭД $\overline{X}_0$ в геометрическом центре поля:

$$\alpha_i = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}_0}{\bar{X}_0} \cdot 100. \qquad (2)$$

Поле излучения считается равномерным в области, где отклонения α_i не выходят за пределы ±3 % — для эталонных дозиметрических установок 1-го разряда (далее — установок 1-го разряда), ±6 % — для эталонных дозиметрических установок 2-го разряда (далее — установок 2-го разряда) и ±9 % — для эталонных дозиметрических установок 3-го разряда (далее — установок 3-го разряда). Если это условие для крайних выбранных точек не выполняется, следует проверять его для точек, расположенных ближе к центру пучка установки, до тех пор, пока не будут найдены точки, лежащие на границе зоны равномерного поля.

Равномерность диффузного поля по МЭД определяют в точках, равномерно расположенных в облучаемом объеме.

Примечание — На эталонные установки, реализующие метод подобия и эквивалентного поля, а также установки без типового узла коллимации требования к равномерности поля не распространяются.

8.3.2 Определение экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы

8.3.2.1 Для установок 1-го разряда определение значений ЭД и МЭД в поле фотонного излучения проводят в соответствии с ГОСТ 8.034 сличением с эталонными дозиметрическими установками 0 разряда при помощи компаратора. В качестве компаратора используют свободно-воздушные и полостные ионизационные камеры эталона.

При сличении установок ионизационную камеру помещают в точки поля, равномерно распределенные вдоль градуировочной линейки эталона (не менее пяти точек) и регистрируют показания компаратора не менее десяти раз в каждой точке. Определяют среднеарифметические значения $\bar{N}_i$ в каждой точке. Затем эту же ионизационную камеру помещают в аналогичные по расстоянию точки градуировочной линейки поверяемой установки, регистрируют показания компаратора (не менее десяти значений в каждой точке) и определяют среднеарифметические значения $\bar{N}_i'$. Среднее отношение M показаний компаратора вычисляют по формулам:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^{n} \bar{N}_i \bar{N}_i'}{n}; \quad \bar{X}_i = M \cdot \dot{X}_i, \qquad (3)$$

где n — число точек, в которых регистрируют показания компаратора.

Значения МЭД ($\dot{X}_i$), создаваемые эталоном, берут из свидетельства с учетом поправки на распад нуклида. По полученному экспериментально значению M определяют значения МЭД ($\dot{X}_i'$) в выбранных точках поверяемой дозиметрической установки 1-го разряда.

Для установок с диффузным полем определение МЭД проводят таким же способом, но в точках поля, равномерно расположенных в объеме, где должен размещаться детектор поверяемого дозиметрического прибора.

8.3.2.2 Для установок 2-го разряда определение МЭД фотонного излучения коллимированного или неколлимированного пучка, а также диффузного поля проводят методом прямых измерений при помощи эталонного (образцового) дозиметрического прибора 1-го разряда или сличением при помощи компаратора с установкой 1-го разряда аналогичного типа.

Для определения МЭД установки 2-го разряда можно использовать групповой компаратор, состоящий, в соответствии с ГОСТ 25935, из группы однотипных рабочих дозиметрических приборов. Число приборов определяют погрешностью поверяемой установки и, как правило, оно равно от 3 до 12. Сначала приборы, входящие в состав группового компаратора, поверяют на установках 1-го разряда. Затем каждый прибор помещают в рабочую точку поля поверяемой дозиметрической установки. Снимают одно показание с каждого прибора X_i.

Среднеарифметическое значение показаний всех приборов $\bar{X}$ принимают за действительное значение МЭД в данной точке поля фотонного излучения поверяемой дозиметрической установки. Измерения МЭД повторяют для всех рабочих точек установки.

8.3.2.3 При поверке установок 3-го разряда определение МЭД фотонного излучения проводят в соответствии с ГОСТ 8.034 методом прямых измерений с помощью эталонного (образцового) дозиметрического прибора 2-го разряда или методом сличения при помощи компаратора с установками 2-го разряда.

Определяют также кратность ослабления фильтров для установок, основанных на использовании метода подобия, с фильтрами различной кратности ослабления излучения.

Определение МЭД установок 3-го разряда, основанных на использовании метода эквивалентного поля с применением набора бета-источников с заданным соотношением активности, осуществляют методом сличения при помощи компаратора с установками 2-го разряда с типовым коллиматором. В качестве компаратора используют эталонный (образцовый) дозиметрический прибор 2-го разряда или групповой компаратор.

8.3.3 Определение интервала рабочих расстояний

При определении интервала рабочих расстояний, на которые можно помещать детектор поверяемого дозиметрического прибора, для установок 1, 2 и 3-го разрядов, имеющих коллимированный (неколлимированный) пучок фотонного излучения и градуировочную линейку, проверяют соблюдение закона квадратов расстояний.

Проверку соблюдения закона квадратов расстояний проводят методом прямых измерений при помощи эталонной дозиметрической установки 0 разряда — для установок 1-го разряда или эталонного (образцового) дозиметрического прибора 1-го разряда — для дозиметрических установок 2-го разряда. Для этого детектор помещают в поле таким образом, чтобы продольная ось пучка излучения проходила через центр детектора. При этом максимальные линейные размеры детектора должны быть не более $^1/_2$ минимального линейного размера поперечного сечения пучка. МЭД измеряют в пяти-шести точках, равномерно распределенных вдоль градуировочной линейки. В каждой точке проводят не менее пяти измерений и определяют их среднеарифметическое значение. Произведение среднеарифметического значения МЭД $\overline{X}_i$ в i-й рабочей точке на квадрат соответствующего расстояния от центра активной части источника излучения до эффективного центра детектора R_i должно быть постоянным с учетом ослабления излучения в воздухе и рассчитываться по формуле

$$C_i = \overline{X}_i \cdot R_i^2 \cdot e^{\mu R_i}, \tag{4}$$

где μ — линейный коэффициент ослабления излучения в воздухе, $м^{-1}$ (см. приложение В, таблица В.3).

Разброс значений C_i, полученных в крайних точках градуировочной линейки, не должен превышать 2,5 % для установок 1-го разряда и 4 % — для установок 2-го разряда.

Интервал градуировочной линейки установки, в котором выполняется закон квадратов расстояний, является интервалом рабочих расстояний установки.

8.3.4 Определение мощности кермы в воздухе, мощности поглощенной дозы в воздухе, мощности направленной эквивалентной дозы и мощности амбиентной эквивалентной дозы

Мощность кермы в воздухе $\dot{K}_a$, МПД в воздухе $\dot{D}$ (при условии электронного равновесия), Гр/с, в рабочих точках поверяемой дозиметрической установки [при средней энергии ионообразования в сухом воздухе, равной (33,97±0,06) Дж/Кл] вычисляют по результатам измерений МЭД по формулам:

$$\dot{K}_a = 8{,}76 \cdot 10^{-3} \cdot (1-g)^{-1} \cdot \dot{X}; \tag{5}$$

$$\dot{D} = 8{,}76 \cdot 10^{-3} \cdot \dot{X} \cdot \beta, \tag{6}$$

где $\dot{X}$ — МЭД в рабочих точках поверяемой установки, Р/с;

g — безразмерный коэффициент, учитывающий долю энергии вторичных электронов, идущей на тормозное излучение в воздухе (для Co-60 g = 0,0032, для Cs-137 g = 0,0015) (см. приложение В);

β — множитель, учитывающий нарушение электронного равновесия (для эталонных камер типа 70110, дозиметров типов 27012, M2300, M30001 и дозиметра UNIDOS β = 0,975±0,003 для Co-60).

Для установок, поверяемых по МЭД, переход к мощности амбиентной эквивалентной дозы $\dot{H}^*$ (10) и к мощности направленной эквивалентной дозы $\dot{H}'$ (0,07) осуществляют по формулам:

$$\dot{H}^*(10) = \dot{X} \cdot f(10); \tag{7}$$

$$\dot{H}'(0{,}07) = \dot{X} \cdot f(0{,}07), \tag{8}$$

где $f(10)$ и $f(0{,}07)$ — коэффициенты перехода от ЭД к эквивалентной дозе, значения которых приведены в приложении Д.

8.4 Определение погрешности поверяемой установки

8.4.1 Основную относительную погрешность эталонных дозиметрических установок при доверительной вероятности 0,95 в каждой рабочей точке Δ_{Σ_i} вычисляют по формуле

$$\Delta_{\Sigma_i} = k \cdot \sqrt{\frac{1}{3} \cdot (\theta_0^2 + \theta_R^2 + \theta_t^2 + \Delta^2) + S^2}, \quad (9)$$

где k — коэффициент, зависящий от случайной и неисключенной систематической погрешностей и доверительной вероятности 0,95, определяемой по ГОСТ 8.207 и ГОСТ 8.381;

θ_0 — основная погрешность эталонного средства измерений, с помощью которого проводится поверка (берут из свидетельства на дозиметрический прибор), %;

θ_R — погрешность определения расстояния от источника до центра детектора дозиметрического прибора, %;

θ_t — погрешность коэффициентов перехода от единиц ЭД к единицам кермы в воздухе, поглощенной и эквивалентной доз, %;

Δ — погрешность метода передачи размера единицы (составляет 0,8 % по ГОСТ 8.034), %;

S — оценка среднеквадратического отклонения результата измерения мощности дозы $\dot{X}$ (по ГОСТ 8.207), %.

За основную относительную погрешность эталонной дозиметрической установки принимают наибольшее из значений Δ_{Σ_i}.

Это значение не должно превышать пределов, указанных для дозиметрической установки соответствующего разряда в действующей поверочной схеме.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты измерений, выполняемых при поверке, заносят в протокол поверки эталонной дозиметрической установки, форма которого приведена в приложении Е.

9.2 Положительные результаты поверки оформляют выдачей свидетельства о поверке [7], на оборотной стороне которого указывают метод измерений, используемый при поверке, средства поверки, значения величины в рабочих точках эталонной установки и основную доверительную относительную погрешность.

9.3 Установки, не удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, к выпуску и применению не допускаются, на них выдают извещение о непригодности с указанием причин; свидетельство о поверке аннулируют.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Основные требования к эталонным дозиметрическим установкам

А.1.1 Эталонные дозиметрические установки, предназначенные для поверки дозиметрической аппаратуры в диапазоне энергий фотонов от 5 до 3000 кэВ, с направленным пучком излучения, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- иметь градуировочную линейку с ценой деления 1 мм;
- иметь систему для дистанционного наблюдения за шкалами приборов и юстировочную систему для установки детектора поверяемого прибора в пучке излучения;
- иметь передвижной либо стационарный (при движущемся источнике) стол со штативом для установления и крепления детекторов в пучке излучения;
- продольная ось пучка излучения должна быть параллельна оси градуировочной линейки, отклонение от параллельности не должно превышать 5 мм на 1 м;
- фиксация блока детектирования в поле излучения или фиксация источника излучения должна осуществляться с погрешностью не более 0,2 % расстояния между источником излучения и детектором;
- установки гамма-излучения могут комплектоваться радионуклидными источниками из цезия-137, кобальта-60, америция-241, радия-226.

А.1.2 Эталонные дозиметрические установки с коллимированным пучком излучения должны удовлетворять требованиям, изложенным в А.1.1 настоящего приложения, а также иметь типовой узел коллимации со следующими параметрами:

- канал коллиматора должен иметь цилиндрическую форму;
- длина коллиматора от центра источника должна быть не менее 150 мм по направлению входа излучения;
- отношение диаметра канала коллиматора к длине канала должно составлять: 0,2; 0,4; 0,6. Отклонение от указанных соотношений длины канала и его диаметра не должно быть более 10 %.

А.1.3 Эталонные дозиметрические установки, использующие метод поверки с применением фильтров с известной кратностью ослабления излучения, реализующие метод подобия или метод эквивалентного поля, в соответствии с ГОСТ 25935 должны иметь набор фильтров либо набор источников гамма- или бета-излучения с известным соотношением величин (мощностей доз, активности). В этих установках должна быть обеспечена воспроизводимость геометрических условий размещения блоков детектирования. Установки должны быть снабжены компаратором.

А.1.4 Эталонные дозиметрические установки рекомендуется снабжать эталонным дозиметрическим прибором.

А.1.5 Эталонные дозиметрические установки 1-го разряда, предназначенные для поверки и градуировки дозиметрической аппаратуры в поле рентгеновского излучения в диапазоне энергий фотонов от 5 до 400 кэВ, должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь свободно-воздушную ионизационную камеру с электроизмерительным устройством или эталонный дозиметрический прибор 1-го разряда;
- иметь устройство для смены фильтров и заслонку для перекрытия пучка излучения;
- иметь камеру-свидетель для контроля за постоянством режима излучения;
- остальные требования должны соответствовать А.1.1 настоящего приложения, за исключением источников гамма-излучения.

А.1.5.1 Рекомендуемые режимы работы установок рентгеновского излучения в соответствии с [8] представлены в таблицах А.1—А.4, а коэффициенты перехода от кермы в воздухе к эквивалентной дозе — в таблицах А.7—А.10 [8], [9].

В обоснованных случаях могут применяться и другие режимы работы установок рентгеновского излучения. Эти режимы для установок в диапазоне энергий фотонов от 5 до 50 кэВ представлены в таблице А.5, в диапазоне от 60 до 250 кэВ — в таблице А.6.

Таблица А.1 — Характеристики режимов излучения с «низкими значениями мощности кермы в воздухе» (разрешение от 17 % до 21 %). Ориентировочные значения мощности кермы в воздухе от 10^{-4} до $3 \cdot 10^{-4}$ Гр/ч (при токе 1 мА; на расстоянии 1 м от фокуса трубки)

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Толщина дополнительного фильтра, мм			Ориентировочная толщина слоя половинного ослабления, мм		Ориентировочные значения средней энергии спектра, кэВ
	Pb	Sn	Cu	Al	Cu	
35	—	—	0,25	1,20	—	30
55	—	—	1,2	—	0,25	48
70	—	—	2,5	—	0,49	61
100	—	2,0	0,5	—	1,24	87
125	—	4,0	1,0	—	2,04	109
170	1,5	3,0	1,0	—	3,47	149
210	3,5	2,0	0,5	—	4,61	185
240	5,5	2,0	0,5	—	5,32	211

Таблица А.2 — Характеристики режимов излучения с «узким спектром» (разрешение от 27 % до 36 %). Ориентировочные значения мощности кермы в воздухе от 10^{-3} до 10^{-2} Гр/ч (при токе 1 мА; на расстоянии 1 м от фокуса трубки)

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Толщина дополнительного фильтра, мм			Ориентировочная толщина слоя половинного ослабления, мм	Ориентировочные значения средней энергии спектра, кэВ
	Pb	Sn	Cu	Cu	
40	—	—	0,21	0,084	33
60	—	—	0,6	0,23	48

Окончание таблицы А.2

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Толщина дополнительного фильтра, мм			Ориентировочная толщина слоя половинного ослабления, мм	Ориентировочные значения средней энергии спектра, кэВ
	Pb	Sn	Cu	Cu	
80	—	—	2,0	0,58	65
100	—	—	5,0	1,11	83
120	—	1,0	5,0	1,71	100
150	—	2,5	—	2,36	118
200	1,0	3,0	2,0	3,90	161
250	3,0	2,0	—	5,29	205
300	5,0	3,0	—	6,12	248

Таблица А.3 — Характеристики режимов излучения с «широким спектром» (разрешение от 48 % до 58 %). Ориентировочные значения мощности кермы в воздухе от 10^{-2} до 10^{-1} Гр/ч

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Толщина дополнительного фильтра, мм		Ориентировочная толщина слоя половинного ослабления, мм	Ориентировочные значения средней энергии спектра, кэВ
	Pb	Sn	Cu	
60	—	0,3	0,18	45
80	—	0,5	0,35	58
110	—	2,0	0,96	79
150	1,0	—	1,86	104
200	2,0	—	3,10	134
250	4,0	—	4,30	169
300	6,5	—	5,00	202

Таблица А.4 — Характеристики режимов излучения с «высокими значениями мощности кермы в воздухе». Ориентировочные значения мощности кермы в воздухе от 10^{-2} до 0,5 Гр/ч

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Толщина дополнительного фильтра, мм		Толщина слоя половинного ослабления, мм			Средняя энергия спектра, кэВ	Толщина собственного фильтра, мм
	Pb	Sn	Воздух	Al	Cu		
10	—	—	750	0,036	0,001	7,5	3,6 Be
20	0,15	—	750	0,12	0,007	12,9	3,6 Be
30	0,52	—	750	0,38	0,013	19,7	3,6 Be
60	3,2	—	750	2,42	0,079	37,3	3,6 Be
100	3,9	0,15	750	6,56	0,30	57,4	3,6 Be
200	—	1,00	225 0	—	1,70	102	4,0 Al
250	—	1,6	225 0	—	2,60	122	4,0 Al
280	—	3,0	225 0	—	3,37	146	4,0 Al
300	—	2,2	225 0	—	3,40	147	4,0 Al

Таблица А.5 — Режим работы установок в диапазоне энергий фотонов от 5 до 50 кэВ

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Толщина дополнительного фильтра, мм	Ориентировочная толщина слоя половинного ослабления, мм	Ориентировочные значения эффективной энергии спектра, кэВ
Целлофан			
7	0,13	0,10	6
10	0,20	0,18	9
15	0,3	—	12
Алюминий			
20	0,1	0,10	10
30	0,3	0,17	12
30	1,0	0,61	18
40	0,5	0,4	16
40	1,0	0,8	20
50	1,5	1,2	23
50	2,5	1,49	26
50	4,0	2,34	31

Таблица А.6 — Режим работы установок в диапазоне энергий фотонов от 60 до 250 кэВ

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Толщина дополнительного фильтра, мм			Ориентировочная толщина слоя половинного ослабления, мм Cu	Ориентировочные значения эффективной энергии спектра, кэВ
	Sn	Al	Cu		
60	—	—	—	0,07	30
100	—	1	—	0,10	35
100	—	1	10	0,20	45
120	—	—	—	0,10	40
120	—	2	—	0,20	40
140	—	1	0,1	0,40	55
140	—	1	0,5	0,70	70
150	—	3	—	0,30	50
150	—	1	0,5	0,70	65
160	—	1	1,0	1,00	80
170	—	3	—	0,40	50
170	—	1	0,8	1,00	80
180	—	1	2,0	1,60	95
200	—	—	1,0	1,40	95
200	—	1	2,0	2,00	120
220	—	1	3,0	2,75	137
243	0,9	1	0,3	3,00	138

Примечания

1 Фильтры должны быть изготовлены: из алюминия марки А95 по ГОСТ 11069; меди марки М4 по ГОСТ 859; олова номинальной плотностью $(7{,}28 \cdot 10^3)$ кг/м^3, чистотой не ниже 99,9 %; свинца номинальной плотностью $(11{,}3 \cdot 10^3)$ кг/м^3, чистотой не ниже 99,9 %.

2 Перед поверкой установок значение толщины слоя половинного ослабления должно быть уточнено для каждого используемого режима.

3 При поверке эталонных дозиметрических установок режим выбирают в начале, середине и конце используемого энергетического диапазона эталонной дозиметрической установки.

Таблица А.7 — Коэффициенты перехода $f(10)$ и $f(0,07)$ от единицы кермы в воздухе K_a к единице эквивалентной дозы для режимов рентгеновского излучения с «низкими значениями мощности кермы в воздухе», рекомендуемые [9]

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Средняя энергия, кэВ	Коэффициент перехода	
		$H^*(10)/K_a$, Зв/Гр	$H'(0,07)/K_a$, Зв/Гр
35	30	1,08	1,22
55	48	1,60	1,49
70	60	1,73	1,59
100	87	1,69	1,59
125	109	1,61	1,52
170	148	1,49	1,42
210	185	1,43	1,36
240	211	1,39	1,34

Таблица А.8 — Коэффициенты перехода $f(10)$ и $f(0,07)$ от единицы кермы в воздухе K_a к единице эквивалентной дозы для режимов рентгеновского излучения с «узким спектром», рекомендуемые [9]

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Средняя энергия, кэВ	Коэффициент перехода	
		$H^*(10)/K_a$, Зв/Гр	$H'(0,07)/K_a$, Зв/Гр
40	33	1,17	1,26
60	48	1,58	1,48
80	65	1,73	1,60
100	83	1,71	1,60
120	100	1,64	1,55
150	118	1,58	1,49
200	161	1,45	1,39
250	205	1,39	1,34
300	248	1,35	1,32

Таблица А.9 — Коэффициенты перехода $f(10)$ и $f(0,07)$ от единицы кермы в воздухе K_a к единице эквивалентной дозы для режимов рентгеновского излучения с «широким спектром», рекомендуемые [9]

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Средняя энергия, кэВ	Коэффициент перехода	
		$H^*(10)/K_a$, Зв/Гр	$H'(0,07)/K_a$, Зв/Гр
60	45	1,52	1,47
80	58	1,67	1,57
110	79	1,71	1,60
150	104	1,62	1,54
200	134	1,52	1,46
250	169	1,45	1,40
300	202	1,40	1,36

Таблица А.10 — Коэффициенты перехода $f(10)$ и $f(0,07)$ от единицы кермы в воздухе K_a к единице эквивалентной дозы для режимов рентгеновского излучения с «высокими значениями мощности кермы в воздухе», рекомендуемые [9]

Напряжение на рентгеновской трубке, кВ	Средняя энергия, кэВ	Коэффициент перехода	
		$H^*(10)/K_a$, Зв/Гр	$H'(0,07)/K_a$, Зв/Гр
10	7,5	—	0,95
20	12,9	0,20	0,97
30	19,7	0,57	1,05
60	37,3	1,31	1,36
100	57,4	1,63	1,55
200	102	1,63	1,54
250	122	1,58	1,50
280	146	1,54	1,47
300	147	1,53	1,46

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Перечень типовых эталонных дозиметрических установок

Таблица Б.1 — Характеристики эталонных дозиметрических установок

Обозначение типа установки	Источник излучения	Диапазон измерений, Р/с	Примечание
УПГД-1М	^{60}Co, ^{137}Cs	$1,2\cdot10^{-5}$—$1,9\cdot10^{-3}$	Стационарная
УПГД-2	^{60}Co, ^{137}Cs	$1,2\cdot10^{-5}$—$1,9\cdot10^{-3}$	Стационарная
УПГД-3А	^{60}Co, ^{137}Cs	$1\cdot10^{-8}$—10^{-2}	Стационарная
УПГД-3Б	^{60}Co, ^{137}Cs, ^{241}Am	$1,2\cdot10^{-8}$—$2,4\cdot10^{-1}$	Стационарная
УПГД-3В	^{60}Co, ^{137}Cs, ^{241}Am	$2,2\cdot10^{-5}$—$2,3\cdot10^{-1}$	Стационарная
УПГД-3Г	^{137}Cs	$7\cdot10^{-3}$—$4\cdot10^{-1}$	Стационарная
УПГД-3Д	^{60}Co, ^{137}Cs, ^{226}Ra	$1\cdot10^{-8}$—$8\cdot10^{-7}$	Транспортируемая
УПЛ-1	^{60}Co, ^{137}Cs, ^{226}Ra	$1\cdot10^{-8}$—$1\cdot10^{-1}$	Стационарная
КИС-НРД-МБМ	^{60}Co, ^{137}Cs	$2,8\cdot10^{-6}$—$4,2\cdot10^{-2}$	Стационарная
УПД-Интер	^{137}Cs	$8\cdot10^{-8}$—$1,2\cdot10^{-1}$	Стационарная
УГД-12	^{60}Co	$1\cdot10^{-8}$—$1\cdot10^{-5}$	Стационарная
ВУ-01	^{60}Co, ^{137}Cs	$4,7\cdot10^{-7}$—$4,1\cdot10^{-3}$	Стационарная
СПГ-01	^{137}Cs	$3,8\cdot10^{-8}$—$0,3$	Стационарная
СИМА-УПИК	^{137}Cs	$3\cdot10^{-7}$—$3\cdot10^{-4}$	Транспортируемая
АГАТ-С	^{60}Co	$8\cdot10^{-3}$—$5\cdot10^{-1}$	Стационарная
УПГДС-1	$^{90}Sr+^{90}Y$	$3,1\cdot10^{-8}$—$1,6\cdot10^{-6}$	Транспортируемая
УПГДС-2	$^{90}Sr+^{90}Y$	$5\cdot10^{-7}$—$3,1\cdot10^{-4}$	Стационарная
УПГДС-3	$^{90}Sr+^{90}Y$	$2,8\cdot10^{-7}$—$5,4\cdot10^{-6}$	Стационарная
УПГДС-4	$^{90}Sr+^{90}Y$	$5,6\cdot10^{-7}$—$1\cdot10^{-2}$	Стационарная
УПГДС-5	$^{90}Sr+^{90}Y$	$8\cdot10^{-8}$—$3\cdot10^{-6}$	Стационарная
УПДП-1-5	$^{90}Sr+^{90}Y$	$1\cdot10^{-7}$—$4\cdot10^{-4}$	Транспортируемая
УПДП-1-3	$^{90}Sr+^{90}Y$	$5\cdot10^{-8}$—$1\cdot10^{-3}$	Транспортируемая
УПР	Рентгеновское излучение	$1\cdot10^{-4}$—10	Стационарные

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

Значения коэффициентов g и μ

Таблица В.1 — Значение коэффициента g при переходе от единицы экспозиционной дозы к единице кермы в воздухе для гамма-излучения

Энергия фотонов, МэВ	$g \cdot 10^3$	Энергия фотонов, МэВ	$g \cdot 10^3$
0,05	0,054	0,60	1,48
0,10	0,18	0,70	1,73
0,20	0,44	0,80	1,99
0,30	0,71	0,90	2,24
0,40	0,97	1,00	2,50
0,50	1,23	1,25	3,17

Таблица В.2 — Значение коэффициента g при переходе от единицы экспозиционной дозы к единице кермы в воздухе для рентгеновского излучения

Напряжение генерирования, кВ	Слой половинного ослабления, мм		g
	Cu	Al	
< 50	—	< 4	$< 1 \cdot 10^{-4}$
100 — 135	0,2 — 0,5		$1 \cdot 10^{-4}$
180	1,0		$1{,}6 \cdot 10^{-4}$
250	2,5		$2{,}8 \cdot 10^{-4}$

Таблица В.3 — Значения линейного коэффициента ослабления μ монохроматического фотонного излучения в воздухе при температуре 20 °С и атмосферном давлении (100±4) кПа

Наименование параметра	Значение									
Энергия фотонов, кэВ	30	40	50	^{241}Am	80	100	200	300	^{137}Cs	^{60}Co
Линейный коэффициент ослабления $\mu \cdot 10^3$, $м^{-1}$	38	27,1	23,2	21,3	19,4	18,2	14,8	12,8	9,3	7,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

Перечень средств измерений, которые используются в качестве эталонных для поверки установок гамма- и рентгеновского излучений

Обозначение типа средства измерений	Диапазон измерений	Основная погрешность при P [1] = 0,95	Масса, кг	Энергетический диапазон, кэВ
Дозиметр 27012	30 мР/ч÷3330 Р/ч	3	9	6÷1250
М2300 М2312	$2 \cdot 10^{-6}$÷200 Гр/мин	3	11	6÷1250
VA-J-18	1000 мР/ч÷3300 Р/мин	4	9	6÷1250
ИДМД-1	1÷1000 Р/мин	6	10	10÷1250
UNIDOS	0,4 мкГр/мин÷960 Гр/мин	3	8	6÷1250
ДРГ2-01	1 мкР/с÷3 Р/с	6	10	30÷1250
NOMEX	0,5 мкГр/мин÷1000 Гр/мин	3	8	6÷1250
Farmer 2570	0,1 мР/ч÷100 Р/ч	3,5		6÷1250
ДКГ-02С	$2 \cdot 10^{-8}$÷0,3 Гр/с	3,0	16	30÷1250
ДКС-АТ5350	10^{-6}÷200 Гр/мин	3,0	3	30÷1250
[1] P — доверительная вероятность.				

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

Значения коэффициентов перехода $f(0,07)$ и $f(10)$ в зависимости от энергии фотонного излучения

Таблица Д.1 — Коэффициенты перехода $f(0,07)$ и $f(10)$ от единиц кермы в воздухе K_a и экспозиционной дозы X к единицам направленной H' (0,07) и амбиентной H^* (10) эквивалентных доз в зависимости от энергии фотонного излучения [9]

Энергия фотонов, МэВ	Коэффициент перехода от кермы в воздухе к эквивалентной дозе, Зв/Гр		Коэффициент перехода от экспозиционной дозы к эквивалентной дозе, Зв/Р	
	$f(0,07) = \frac{H'(0,07)}{K_a}$	$f(10) = \frac{H^*(10)}{K_a}$	$f(0,07) = \frac{H'(0,07)}{X} \cdot 10^2$	$f(10) = \frac{H^*(10)}{X} \cdot 10^2$
0,01	0,95	0,008	0,83	0,088
0,015	0,99	0,26	0,87	0,25
0,020	1,05	0,61	0,90	0,53
0,025	1,13	0,86	0,99	0,75
0,030	1,22	1,10	1,07	0,96
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

Окончание таблицы Д.1

Энергия фотонов, МэВ	Коэффициент перехода от кермы в воздухе к эквивалентной дозе, Зв/Гр		Коэффициент перехода от экспозиционной дозы к эквивалентной дозе, Зв/Р	
	$f(0{,}07)=\frac{H'(0{,}07)}{K_a}$	$f(10)=\frac{H^*(10)}{K_a}$	$f(0{,}07)=\frac{H'(0{,}07)}{X}\cdot 10^2$	$f(10)=\frac{H^*(10)}{X}\cdot 10^2$
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	1,34	1,40	1,17	1,23
0,250	1,32	1,35	1,16	1,18
0,300	1,28	1,31	1,12	1,15
0,400		1,26	1,09	1,10
0,500		1,23	1,07	1,08
0,600		1,21	1,05	1,06
0,662 ^{137}Cs		1,20	1,045	1,053
0,700		1,20	1,04	1,05
0,800		1,19	1,03	1,04
0,900		1,18	1,03	1,03
1,000		1,17	1,02	1,027
1,250 ^{60}Co		1,16	1,02	1,02
1,500		1,15	1,02	1,01
2,000		1,14	1,00	1,005
3,000		1,13	1,00	1,00
4,000		1,12	0,98	0,99
5,000		1,11	0,98	0,98
10,000		1,10	0,98	1,00

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)

ФОРМА ПРОТОКОЛА
поверки эталонной дозиметрической установки

_____ с пределами измерений _____
наименование установки

типа_____ заводской номер_____ ,

представленная_____ , с источниками
наименование предприятия

излучения_____ поверена с помощью
наименование источника излучения

_____ ,
наименование, тип и номер эталонного средства измерений, номер свидетельства

получившего размер от _____
наименование первичного, вторичного или рабочего

_____ .
эталона

Результаты измерений

Дата поверки _____ .

Условия измерений: температура_____ ,

давление_____ .

Расстояние от источника до детектора (рабочая точка) _____ см.

Значение_____ в рабочей точке дозиметрической установки, X_____.
наименование величины

Оценка среднеквадратического отклонения результата измерений _____ в рабочей точке, S_____ %.
наименование величины

Основная относительная погрешность эталонного средства измерений, с помощью которого проводилась поверка (берут из свидетельства), θ_0_____ %.

Основная относительная погрешность измерений величины в рабочей точке поверяемой эталонной установки при доверительной вероятности 0,95, Δ_{Σ_i} _____ %.

Основная относительная погрешность эталонной установки_____ %.

Дозиметрическая установка в соответствии с ГОСТ 8.034 пригодна к эксплуатации в качестве рабочего эталона _____ разряда.

Поверитель_____ _____
личная подпись расшифровка подписи

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(справочное)

Значения массовых коэффициентов ослабления

Таблица Ж.1 — Значения массовых коэффициентов ослабления (μ/ρ) и поглощения (μ_{en}/ρ) в воздухе (ρ = 1,205 кг/м^3 при t = 20 °С) для фотонов с энергией от 5 кэВ до 3 МэВ [10]

Энергия фотонов, МэВ	μ/ρ, м^2/кг	μ_{en}/ρ, м^2/кг
0,005	4,027	3,931
0,006	2,341	2,270
0,008	0,9921	0,9446
0,010	0,5120	0,4742
0,015	0,1614	0,1334
0,020	0,07779	0,05389
0,030	0,03538	0,01537
0,040	0,02485	0,006833
0,050	0,02080	0,004098
0,060	0,01875	0,00304
0,080	0,01662	0,002407
0,10	0,01541	0,002325
0,15	0,01356	0,002496
0,20	0,01233	0,002672
0,30	0,01067	0,002872
0,40	0,009549	0,002949
0,50	0,008712	0,002966
0,60	0,008055	0,002953
0,80	0,007074	0,002882
1,00	0,006358	0,002789
1,50	0,005175	0,002547
2,00	0,004447	0,002345
3,00	0,003581	0,002057

Погрешность коэффициентов для фотонного излучения с энергией от 5 кэВ до 3 МэВ не превышает ±2 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ И
(справочное)

Библиография

[1] ТУ 25—1819.0021—90 Секундомер

[2] ТУ 25 04—1797—75 Барометр-анероид

[3] ТУ—182.844—54 Психрометр аспирационный

[4] Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99)

[5] Нормы радиационной безопасности, НРБ-99

[6] Правила безопасности при транспортировании радиоактивных веществ, ПБТРВ-73

[7] ПР 50.2.006—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений

[8] ИСО 4037-1 (1996)[1)] Эталонное рентгеновское и гамма-излучение для калибровки дозиметров и измерителей мощности дозы и определения их чувствительности в зависимости от энергии фотонов

[9] ИСО 4037-3 (1999)[1)] Калибровка индивидуальных дозиметров и дозиметров окружающей среды и измерение их чувствительности в зависимости от энергии и угла падения излучения

[10] J.H. Hubbell Int. J. Apll. Radiat. Isot. V. 33, p. 1269, 1982[2)]

[1)] Оригиналы международных стандартов находятся во ВНИИКИ Госстандарта России.

[2)] Оригинал находится в ГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

УДК 539.1.074.089.6:006.354 МКС 17.020 Т88.11 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: установка дозиметрическая; гамма-излучение, рентгеновское излучение, мощность, доза, керма, воздух, поверка

Редактор *Т.С. Шеко*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *Т.И. Кононенко*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 04.06.2001. Подписано в печать 09.07.2001. Усл. печ. л. 2,79.
Уч.-изд. л. 2,05. Тираж 400 экз. С 1409. Зак. 679.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. “Московский печатник”, 103062, Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru