

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
Сектора Здравоохранения  
ООО «Сименс»



Е. Е. Городный

«16» июня 2015 г.

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»



Н. И. Ханов

М.П.

«16» июня 2015 г.

**ИЗМЕРИТЕЛИ ПРОИЗВЕДЕНИЯ ДОЗЫ НА ПЛОЩАДЬ  
KermaX plus 120-160 EAS**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП 2103-001-2015

*и.р. 62139-15*

Руководитель отдела  
ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

С. Г. Трофимчук

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Санкт-Петербург  
2015

Настоящая методика поверки распространяется на измерители производства дозы на площадь KermaX plus 120-160 EAS (далее – измерители), предназначенные для измерения:

- производства кермы в воздухе на площадь (произведения дозы на площадь),  $\text{мкГр}\cdot\text{м}^2$ ;
- произведения мощности кермы в воздухе на площадь (произведения мощности дозы на площадь),  $\text{мкГр}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ .

Методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок измерителей.

Первичной поверке подлежат измерители до ввода в эксплуатацию и выпускаемые в обращение после ремонта, вызванного ухудшением их метрологических характеристик.

Периодической поверке подлежат измерители, находящиеся в эксплуатации.

Интервал между поверками – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование	7.2	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения измерителя	7.3	да	да
Определение метрологических характеристик	7.4	да	да
Определение основной относительной погрешности измерителя при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь: - с использованием эталонного дозиметра; - с использованием эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь	7.4.1	да	да
	7.4.2	нет	да
Определение энергетической зависимости чувствительности измерителя	7.5	да	нет
Оформление результатов поверки	8	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

2.2 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2.3 Допускается использование иных средств измерений с метрологическими характеристиками, не уступающими приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование средств поверки и вспомогательного оборудования	Основные метрологические характеристики
7.4.1, 7.5	Дозиметр рентгеновского излучения эталонный 1-го разряда по ГОСТ Р 8.804-2012 с ионизационной камерой объемом не более 1 см <sup>3</sup>	Диапазон регистрируемых энергий фотонов 20–150 кэВ. Диапазон измеряемых значений мощности кермы в воздухе 10 мкГр/с – 0,5 Гр/с. Диапазон измеряемых значений кермы в воздухе 0,1 мГр – 20 Гр. Основная погрешность дозиметра по керме в воздухе не более ±2,5 %.
7.4.2	Измеритель произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь эталонный 2-го разряда по ГОСТ Р 8.804-2012	Диапазон анодных напряжений на рентгеновской трубке 40–150 кВ. Диапазон измеряемых значений произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь 0,01 мкГр·м <sup>2</sup> – 100 мГр·м <sup>2</sup> . Диапазон измеряемых значений произведения мощности дозы (мощности кермы в воздухе) на площадь 0,01 мкГр·м <sup>2</sup> /с – 0,3 мГр·м <sup>2</sup> /с. Основная погрешность измерителя не более ±4 %.
7.4.3	Линейка измерительная по ГОСТ 427-75	Диапазон 0–1000 мм. Цена деления 1 мм
7.4, 7.5	Секундомер «Электроника R1-01»	Дискретность отсчета 0,01 с. Погрешность ±(6,13 · 10 <sup>-6</sup> Tx + 0,012), Tx – значение измеренного интервала времени.
7.4, 7.5	Термометр лабораторный по ГОСТ 28498-90	Цена деления 0,1 °С. Диапазон измерений 10–40 °С.
7.4, 7.5	Барометр БАММ-1	Цена деления 1 кПа. Диапазон измерения 60–120 кПа.
7.4, 7.5	Психрометр аспирационный М-34-М	Диапазон измерения влажности 20–90 %. Погрешность измерения ±5 %.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению измерений и обработке результатов измерений при поверке допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области дозиметрии, изучившие руководство по эксплуатации и аттестованные на право поверки дозиметрических средств измерений.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования:

- СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010);
- СанПиН 2.6.1.2523–09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009);
- ПОТР-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок;
- действующих инструкций по мерам безопасности на предприятии, а также требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах технической документации на средства поверки.

4.2 К работе должны привлекаться лица, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений.

## 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- |                                       |                      |
|---------------------------------------|----------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 20 ± 5;              |
| - относительная влажность воздуха, %  | 60 (+20; -30);       |
| - атмосферное давление, кПа           | 101,3 (+5,4; -15,3); |
| - внешний радиационный фон, мкЗв/ч    | не более 0,2.        |

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Перед проведением поверки необходимо:

- ознакомиться с руководством по эксплуатации на измеритель (далее РЭ);
- подготовить измеритель к работе в соответствии с РЭ.

5.2 Все установки и средства измерений должны быть подготовлены к работе в соответствии с технической документацией на них.

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие комплектности поверяемого измерителя требованиям РЭ в объеме, необходимом для проведения поверки;
- наличие РЭ, описания типа и свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке);
- отсутствие на измерителе загрязнений, механических повреждений, влияющих на его работоспособность.

### 7.2 Опробование

При проведении опробования следует проверить работоспособность измерителя в соответствии с РЭ.

### 7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения измерителя

7.3.1 При поверке идентификация программного обеспечения измерителя осуществляется путем сравнения данных, указанных в калибровочном сертификате на прибор, с данными, указанными в описании типа (или свидетельстве о предыдущей поверке).

7.3.3 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если номер версии программного обеспечения соответствует указанному в разделе «Программное обеспечение» описания типа измерителей (в случае первичной поверки) или в свидетельстве о предыдущей поверке (в случае периодической поверки).

### 7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 **Определение основной относительной погрешности измерителя при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь с использованием эталонного дозиметра**

7.4.1.1 Основную относительную погрешность поверяемого измерителя при измерениях произведения кермы и мощности кермы в воздухе на площадь определяют методом косвенных измерений с использованием эталонного 1-го разряда по ГОСТ Р 8.804-2012 дозиметра с ионизационной камерой объемом не более 1 см<sup>3</sup>, аттестованного в полях рентгеновского излучения при напряжениях генерирования от 40 до 150 кВ. Определение основной относительной погрешности поверяемого измерителя производится на режиме рентгеновского излучения с напряжением генерирования 100 кВ. При невозможности за-

дания такого значения напряжения на рентгеновском аппарате устанавливают базовый режим излучения, используемый при диагностике на данном аппарате.

7.4.1.2 Перед началом поверки стол для пациента (если он используется при облучении) устанавливают в горизонтальное положение. На нем размещают кассету с высококонтрастной рентгеновской пленкой (для рентгенографии) по центру пучка излучения и перпендикулярно его оси. При отсутствии стола для пациента кассету размещают на приемном устройстве или специальном штативе на расстоянии от рентгеновской трубки, соответствующем местоположению пациента.

С помощью диафрагмы рентгеновского аппарата по световому полю устанавливают максимальный размер поля рентгеновского излучения на кассете.

7.4.1.3 Облучение пленки рекомендуется проводить на режиме излучения рентгеновского аппарата 70 кВ и 40 мАс.

7.4.1.4 Рентгеновскую пленку проявляют кратковременно, для того чтобы получить четкие края поля излучения, измеряют геометрические размеры поля с помощью металлической линейки и рассчитывают площадь поля излучения,  $A$  (с погрешностью не более  $\pm 3\%$ ). Границей поля рентгеновского излучения следует считать зону с интенсивностью излучения, составляющей 50 % от интенсивности в центре поля излучения.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

*Допускается определять размер поля излучения другими способами, в том числе по световому полю рентгеновского аппарата, с погрешностью не более  $\pm 3\%$ .*

7.4.1.5 На рентгеновском аппарате устанавливают время экспозиции и анодный ток, максимально возможные на режиме излучения, выбранном для проведения поверки.

7.4.1.6 Стол для пациента убирают из пучка излучения. Ионизационную камеру эталонного дозиметра устанавливают в центре поля излучения на месте расположения рентгеновской пленки и включают режим излучения.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

*В поле излучения вблизи камеры не должно находиться предметов, вызывающих рассеяние рентгеновского излучения.*

7.4.1.7 С помощью эталонного дозиметра определяют значения кермы в воздухе за время действия излучения,  $K'_{0i}$ , и мощности кермы в воздухе,  $\dot{K}'_{0i}$ . Снимают показания поверяемого измерителя при измерении произведения кермы в воздухе на площадь,  $M_i$ , и при измерении произведения мощности кермы в воздухе на площадь,  $\dot{M}_i$ . Измерения  $K'_{0i}$ ,  $\dot{K}'_{0i}$ ,  $M_i$  и  $\dot{M}_i$  повторяют не менее 5 раз и вычисляют их средние арифметические значения,  $K'_0$ ,  $\dot{K}'_0$ ,  $M$  и  $\dot{M}$ , контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения.

7.4.1.8 Оценивают средние квадратические отклонения результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь поверяемого измерителя по формулам:

$$S(M) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - M)^2}{n(n-1)}}; S(\dot{M}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\dot{M}_i - \dot{M})^2}{n(n-1)}}. \quad (1; 2)$$

7.4.1.9 Равномерно перемещая ионизационную камеру эталонного дозиметра по двум взаимно перпендикулярным осям поля излучения на одинаковые расстояния от центра поля, определяют относительное распределение кермы в воздухе по полю облучения, выбрав по одной точке на каждой полуоси.

7.4.1.10 Рассчитывают усредненную по полю излучения мощность кермы в воздухе, исходя из результатов измерения в пяти точках поля (включая центр), и вычисляют коэффициент  $k_{nu}$ , учитывающий неоднородность поля излучения:

$$k_{nu} = \frac{\sum_{j=1}^5 \dot{K}'_j}{5 \cdot \dot{K}'_1}, \quad (3)$$

где  $\dot{K}'_j$  – мощность кермы в воздухе в  $j$ -ой точке поля излучения;

$\dot{K}'_1$  – мощность кермы в воздухе в центре поля излучения.

7.4.1.11 Рассчитывают эталонные значения кермы в воздухе,  $K_0$ , и мощности кермы в воздухе,  $\dot{K}_0$ , усредненные по полю излучения, по формулам:

$$K_0 = K'_1 \cdot k_{nu}; \quad \dot{K}_0 = \dot{K}'_1 \cdot k_{nu}. \quad (4; 5)$$

7.4.1.12 Устанавливают минимально возможные для данного режима излучения время экспозиции и анодный ток и выполняют действия по п. 7.3.1.7–7.3.1.8. Рассчитывают эталонные значения кермы и мощности кермы в воздухе, усредненные по полю излучения, по формулам (4; 5).

7.4.1.13 Измерения по п. 7.3.1.7–7.3.1.8 повторяют еще при двух значениях анодного тока и времени экспозиции. Рассчитывают эталонные значения кермы и мощности кермы в воздухе, усредненные по полю излучения, по формулам (4; 5).

7.4.1.14 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь при доверительной вероятности  $p = 0,95$ :

$$\theta = 1,1 \sqrt{\Delta^2 + \delta_{K_0}^2 + \delta_A^2 + \delta_m^2}, \quad (6)$$

где  $\Delta$  – максимальная относительная погрешность показаний поверяемого измерителя при измерении произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь, %:

$$\Delta = \left[ \frac{(M - K_0 \cdot A)}{K_0 \cdot A} \cdot 100 \right]_{\max}, \%, \text{ или } \Delta = \left[ \frac{(\dot{M} - \dot{K}_0 \cdot A)}{\dot{K}_0 \cdot A} \cdot 100 \right]_{\max}, \%, \text{ соответственно,} \quad (7)$$

$M$  – среднее арифметическое значение показаний поверяемого измерителя при измерении произведения кермы в воздухе на площадь для заданных значений времени экспозиции и анодного тока, мкГр·м<sup>2</sup>;

$\dot{M}$  – среднее арифметическое значение показаний поверяемого измерителя при измерении произведения мощности кермы в воздухе на площадь для заданных значений времени экспозиции и анодного тока, мкГр·м<sup>2</sup>/с;

$A$  – площадь поперечного сечения пучка рентгеновского излучения в месте расположения ионизационной камеры эталонного дозиметра, м<sup>2</sup>;

$\dot{K}_0$  – эталонное значение мощности кермы в воздухе, мкГр/с;

$K_0$  – эталонное значение кермы в воздухе при заданных значениях времени экспозиции и анодного тока, мкГр;

$\delta_{K_0}$  – погрешность эталонного значения кермы (мощности кермы) в воздухе (из свидетельства на эталонный дозиметр), %;

$\delta_A$  – погрешность определения геометрических размеров поля излучения в месте расположения ионизационной камеры эталонного дозиметра, %;

$\delta_m$  – погрешность метода поверки в соответствии с ГОСТ Р 8.804-2012, %.

7.4.1.15 Доверительные границы основной относительной погрешности поверяемого измерителя вычисляют по формуле:

$$\delta = Coef \cdot S_{\Sigma}, \quad (8)$$

где  $S_{\Sigma}$  – оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения;  
 $Coef$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей.

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_0^2 + S^2(M)} \text{ или } S_{\Sigma} = \sqrt{S_0^2 + S^2(\dot{M})}; \quad (9)$$

$$Coef = \frac{\varepsilon + \theta}{S(M) + S_0} \text{ или } Coef = \frac{\varepsilon + \theta}{S(\dot{M}) + S_0}, \quad (10)$$

$S_0 = \frac{\theta}{1,1\sqrt{3}}$  – среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности;

$S(M)$  – среднее квадратическое отклонение результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь поверяемого измерителя;

$S(\dot{M})$  – среднее квадратическое отклонение результатов измерений произведения мощности кермы в воздухе на площадь поверяемого измерителя;

$\varepsilon$  – доверительные границы случайной погрешности поверяемого измерителя при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь (произведения мощности кермы в воздухе на площадь):

$$\varepsilon = t_o \cdot S(M) \text{ или } \varepsilon = t_o \cdot S(\dot{M}), \quad (11)$$

где  $t_o$  – коэффициент Стьюдента, который определяется в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов наблюдений ( $t_o = 2,78$  при доверительной вероятности  $p = 0,95$  и числе измерений  $n = 5$ ).

7.4.2.16 Измеритель считается прошедшим поверку, если основная относительная погрешность прибора при поверке,  $\delta$ , не превышает пределов допускаемой основной относительной погрешности измерителя  $\pm(7 + 1/(K \cdot A))$ , %, где  $(K \cdot A)$  – безразмерная величина, численно равная произведению кермы в воздухе или произведению мощности кермы в воздухе на площадь.

#### **7.4.2 Определение основной относительной погрешности измерителя при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь с использованием эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь**

7.4.2.1 Основную относительную погрешность поверяемого измерителя при измерениях произведения кермы и мощности кермы в воздухе на площадь определяют методом непосредственного сличения с помощью эталонного 2-го разряда по ГОСТ Р 8.804-2012 измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь, аттестованного в полях рентгеновского излучения при напряжениях генерирования от 40 до 150 кВ. Определение основной относительной погрешности поверяемого измерителя производится на режиме рентгеновского излучения с напряжением генерирования 100 кВ. При невозможности задания такого значения напряжения на рентгеновском аппарате устанавливают базовый режим излучения, используемый при диагностике на данном аппарате.

7.4.2.2 Ионизационную камеру эталонного измерителя произведения дозы на площадь устанавливают в центре поля излучения между выходным окном рентгеновской трубки и столом для пациента. При этом размер поля излучения не должен превышать размеры рабочей поверхности ионизационной камеры эталонного измерителя произведения дозы на площадь.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Допускается установка камеры эталонного измерителя произведения дозы на площадь на стол для пациента с использованием подставки из воздухоэквивалентного материала (например, пенополистирола).

7.4.2.4 Выполняют действия по п. 7.3.1.5.

7.4.2.5 Снимают не менее пяти показаний произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь эталонного измерителя,  $(K \cdot A)'_{0i}$ ,  $(\dot{K} \cdot A)'_{0i}$ , и поверяемого измерителя,  $M_i$  и  $\dot{M}_i$ , вычисляют их средние арифметические значения,  $(K \cdot A)'_0$ ,  $(\dot{K} \cdot A)'_0$ ,  $M$  и  $\dot{M}$ .

7.4.2.6 Оценивают средние квадратические отклонения результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь поверяемого измерителя по формулам (1) и (2) соответственно.

7.4.2.7 На режимах излучения с напряжением генерирования, отличающимся от 100 кВ, показания эталонного измерителя произведения дозы на площадь должны быть скорректированы на коэффициент, учитывающий энергетическую зависимость его чувствительности (из свидетельства на эталонный измеритель),  $C_Q$ :

$$(K \cdot A)_0 = (K \cdot A)_{0Q} C_Q; (\dot{K} \cdot A)_0 = (\dot{K} \cdot A)_{0Q} C_Q. \quad (12; 13)$$

7.4.2.8 Устанавливают режимы излучения на рентгеновском аппарате по п. 7.3.1.12 и 7.3.1.13. Повторяют действия по п. 7.3.2.5–7.3.2.7.

7.4.2.9 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь при доверительной вероятности  $p = 0,95$ :

$$\theta = 1,1 \sqrt{\Delta^2 + \delta_{(K \cdot A)_0}^2 + \delta_{C_Q}^2 + \delta_m^2}, \quad (14)$$

где  $\Delta$  - максимальная относительная погрешность показаний поверяемого измерителя при измерении произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь, %:

$$\Delta = \left[ \frac{M - (K \cdot A)_0}{(K \cdot A)_0} \cdot 100 \right]_{\max}, \%, \text{ или } \Delta = \left[ \frac{\dot{M} - (\dot{K} \cdot A)_0}{(\dot{K} \cdot A)_0} \cdot 100 \right]_{\max}, \%, \text{ соответственно,} \quad (15)$$

$M$  – среднее арифметическое значение показаний поверяемого измерителя при измерении произведения кермы в воздухе на площадь для заданных значений времени экспозиции и анодного тока,  $\text{мкГр} \cdot \text{м}^2$ ;

$\dot{M}$  – среднее арифметическое значение показаний поверяемого измерителя при измерении произведения мощности кермы в воздухе на площадь для заданных значений времени экспозиции и анодного тока,  $\text{мкГр} \cdot \text{м}^2/\text{с}$ ;

$(K \cdot A)_{0i}$  – эталонное значение произведения кермы в воздухе на площадь для заданных значений времени экспозиции и анодного тока,  $\text{мкГр} \cdot \text{м}^2$ ;

$(\dot{K} \cdot A)_{0i}$  – эталонное значение произведения мощности кермы в воздухе на площадь для заданных значений времени экспозиции и анодного тока  $\text{мкГр} \cdot \text{м}^2/\text{с}$ ;

$\delta_{(K \cdot A)_0}$  – погрешность эталонного значения произведения кермы (мощности кермы) в воздухе на площадь (из свидетельства на эталонный измеритель), %;

$\delta_{C_Q}$  – погрешность определения коэффициента, учитывающего энергетическую зависимость чувствительности эталонного измерителя кермы в воздухе на площадь (из свидетельства на эталонный измеритель), %;

$\delta_m$  – погрешность метода поверки в соответствии с ГОСТ Р 8.804-2012, %.



7.4.2.10 Доверительные границы основной относительной погрешности поверяемого измерителя вычисляют по формуле:

$$\delta = Coef \cdot S_{\Sigma}, \quad (16)$$

где  $S_{\Sigma}$  – оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения;  
 $Coef$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей.

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_0^2 + S^2(M)} \text{ или } S_{\Sigma} = \sqrt{S_0^2 + S^2(\dot{M})}; \quad (17)$$

$$Coef = \frac{\varepsilon + \theta}{S(M) + S_0} \text{ или } Coef = \frac{\varepsilon + \theta}{S(\dot{M}) + S_0}, \quad (18)$$

$S_0 = \frac{\theta}{1,1\sqrt{3}}$  – среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности;

$S(M)$  – среднее квадратическое отклонение результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь поверяемого измерителя;

$S(\dot{M})$  – среднее квадратическое отклонение результатов измерений произведения мощности кермы в воздухе на площадь поверяемого измерителя;

$\varepsilon$  – доверительные границы случайной погрешности поверяемого измерителя при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь (произведения мощности кермы в воздухе на площадь):

$$\varepsilon = t_o \cdot S(M) \text{ или } \varepsilon = t_o \cdot S(\dot{M}), \quad (19)$$

где  $t_o$  – коэффициент Стьюдента, который определяется в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов наблюдений ( $t_o = 2,78$  при доверительной вероятности  $p = 0,95$  и числе измерений  $n = 5$ ).

7.4.2.11 Измеритель считается прошедшим поверку, если основная относительная погрешность прибора при поверке,  $\delta$ , не превышает пределов допускаемой основной относительной погрешности измерителя  $\pm(7 + 1/(K \cdot A))$ , %, где  $(K \cdot A)$  – безразмерная величина, численно равная произведению кермы в воздухе или произведению мощности кермы в воздухе на площадь.

## 7.5 Определение энергетической зависимости чувствительности измерителя

7.5.1 Энергетическую зависимость чувствительности измерителя определяют при первичной поверке методом косвенных измерений произведения кермы в воздухе на площадь с использованием эталонного дозиметра.

7.5.2 Проводят действия по п. 7.3.1.2–7.3.1.11.

7.5.3 Измерения проводят на режимах излучения с напряжениями генерирования 40 кВ, 50 кВ, 90 кВ, 100 кВ, 120 кВ и 150 кВ. При невозможности задания таких значений напряжений устанавливают режимы излучения, которые обычно используют при проведении диагностических исследований на данном рентгеновском аппарате (3–5 режимов). Время экспозиции и анодный ток подбирают таким образом, чтобы обеспечить значение произведения мощности кермы в воздухе на площадь, близкое к полученному в соответствии с п. 7.3.1.5. На каждом режиме излучения выполняют не менее пяти измерений и вычисляют среднее арифметическое значение показаний дозиметра,  $M_j$ .

7.5.4 Для каждого режима рентгеновского излучения определяют коэффициент чувствительности,  $k_{ej}$ , по формуле:

$$k_{ej} = \frac{M_j}{K_{0j} \cdot A}, \quad (20)$$

где  $A$  – площадь поперечного сечения пучка рентгеновского излучения в месте расположения ионизационной камеры эталонного дозиметра, м<sup>2</sup>;

$K_{0j}$  – эталонное значение кермы в воздухе, мкГр.

Эталонное значение кермы в воздухе,  $K_{0j}$ , определяют по формуле, аналогичной формуле (4).

7.5.5 Энергетическую зависимость чувствительности измерителя,  $\delta_{ej}$ , рассчитывают по формуле:

$$\delta_{ej} = \frac{(k_{ej} - k_{e100})}{k_{e100}} \cdot 100, \%, \quad (21)$$

где  $k_{e100}$  – коэффициент чувствительности для режима с напряжением генерирования 100 кВ (или базового режима излучения).

7.5.6 Для каждого режима излучения рассчитывают поправочный множитель,  $C_j$ , зависящий от энергии излучения:

$$C_j = \frac{K_{0j} \cdot A}{M_j}. \quad (22)$$

Полученные значения поправочных множителей нормируют к аналогичному коэффициенту для режима с напряжением генерирования 100 кВ и приводят в свидетельстве о первичной поверке измерителя.

7.5.7 Измеритель считается прошедшим поверку, если полученные значения энергетической зависимости чувствительности,  $\delta_{ej}$ , не превышают  $\pm 8 \%$ .

## 8 Оформление результатов поверки

8.1 Все результаты заносятся в протокол поверки. Форма протокола поверки приведена в Приложении А.

8.2 Положительные результаты поверки измерителя оформляются свидетельством о поверке установленной формы в соответствии с ПР 50.2-006-94, которое выдается владельцу прибора.

8.3 На оборотной стороне свидетельства о поверке указываются:

- режимы рентгеновского излучения, на которых проведена поверка;
- результаты поверки: основная относительная погрешность прибора в диапазоне измерений, в котором проведена поверка; при первичной поверке дополнительно указываются энергетическая зависимость и поправочные множители  $C_j$ ;
- номер версии программного обеспечения измерителя.

8.4 Измеритель, не прошедший первичную поверку, к обращению и выпуску из ремонта запрещается.

На измеритель, не прошедший периодическую поверку, должно быть аннулировано свидетельство о предыдущей поверке, а владельцу выдано извещение о непригодности по установленной форме с указанием причин непригодности в соответствии с ПР 50.2-006-94.

Протокол поверки от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**Наименование поверяемого средства измерений:**

**Средство измерений принадлежит:**

**Организация, проводящая поверку:**

**Место проведения поверки:**

**Условия проведения поверки:**

**Документ на методику поверки:**

**Эталоны, средства измерений  
и вспомогательное оборудование:**

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ**

### **1 Внешний вид:**

Внешний вид, комплектность, маркировка *соответствует (не соответствует)* требованиям технической документации.

Внешние повреждения прибора *отсутствуют (присутствуют)*.

Вывод: результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

### **2 Опробование**

Результаты опробования *положительные (отрицательные)*.

### **3 Подтверждение соответствия программного обеспечения измерителя**

Номер версии программного обеспечения \_\_\_\_\_ .

### **4 Определение метрологических характеристик**

#### **ПРИМЕЧАНИЕ**

*В разделе 4.1 следует выбрать таблицу, соответствующую используемому методу поверки (п. 7.4.1 или 7.4.2).*

#### 4.1 Определение основной относительной погрешности при измерениях производства кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь

##### 4.1.1 Проведение поверки по п. 7.4.1

Результаты измерений и расчетов для произведения кермы в воздухе на площадь представлены в таблице А.2.

Таблица А.2

Номер режима излучения	Показания поверяемого измерителя, мкГр·м <sup>2</sup>			Среднее арифметическое значение показаний $M$ , мкГр·м <sup>2</sup>	Площадь поперечного сечения рентгеновского пучка, $A$ , м <sup>2</sup>	Эталонное значение кермы в воздухе, $K_0$ , мкГр	Основная относительная погрешность, $\delta$ , %
	1	2	3				
1	Режим излучения (максимально возможные):			время экспозиции			с
				анодный ток			мА
				напряжение генерирования			кВ
1							
2	Режим излучения (минимально возможные):			время экспозиции			с
				анодный ток			мА
				напряжение генерирования			кВ
2							
3	Режим излучения (промежуточные):			время экспозиции			с
				анодный ток			мА
				напряжение генерирования			кВ
3							
4	Режим излучения (промежуточные):			время экспозиции			с
				анодный ток			мА
				напряжение генерирования			кВ
4							

Предел основной относительной погрешности измерителя при измерении произведения кермы в воздухе на площадь  $\pm(7+1/(K \cdot A))$  %,  $(K \cdot A)$  – безразмерная величина, численно равная произведению кермы в воздухе на площадь.

Результаты измерений и расчетов для произведения мощности кермы в воздухе на площадь заносятся в таблицу, аналогичную Таблице А.2.

Предел основной относительной погрешности измерителя при измерении произведения мощности кермы в воздухе на площадь  $\pm(7+1/(K \cdot A))$  %,  $(K \cdot A)$  – безразмерная величина, численно равная произведению мощности кермы в воздухе на площадь.

**Вывод:** результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

##### 4.1.2 Проведение поверки по п. 7.4.2

Результаты измерений и расчетов для произведения кермы в воздухе на площадь представлены в таблице А.3.

Таблица А.3

Номер режима излучения	Показания поверяемого измерителя, мкГр·м <sup>2</sup>			Среднее арифметическое значение показаний $M$ , мкГр·м <sup>2</sup>	Эталонное значение произведения кермы в воздухе на площадь, $(K \cdot A)_0$ , мкГр·м <sup>2</sup>	Основная относительная погрешность, $\delta$ , %
	1	2	3			
1	Режим излучения (максимально возможные):			время экспозиции		с
				анодный ток		мА
				напряжение генерирования		кВ
1						
2	Режим излучения (минимально возможные):			время экспозиции		с
				анодный ток		мА
				напряжение генерирования		кВ

2					
3	Режим излучения (промежуточные):			время экспозиции анодный ток напряжение генерирования	с мА кВ
3					
4	Режим излучения (промежуточные):			время экспозиции анодный ток напряжение генерирования	с мА кВ
4					

Предел основной относительной погрешности измерителя при измерении произведения кермы в воздухе на площадь  $\pm(7+1/(K \cdot A))\%$ ,  $(K \cdot A)$  – безразмерная величина, численно равная произведению кермы в воздухе на площадь.

Результаты измерений и расчетов для произведения мощности кермы в воздухе на площадь заносятся в таблицу, аналогичную Таблице А.4.

Предел основной относительной погрешности измерителя при измерении произведения мощности кермы в воздухе на площадь  $\pm(7+1/(K \cdot A))\%$ ,  $(K \cdot A)$  – безразмерная величина, численно равная произведению мощности кермы в воздухе на площадь.

**Вывод:** результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

#### 4.2 Определение энергетической зависимости чувствительности измерителя

Результаты измерений и расчетов представлены в таблице А.4.

Таблица А.4

Номер режима излучения	Показания поверяемого измерителя, мкГр·м <sup>2</sup>			Среднее арифметическое значение показаний, М, мкГр·м <sup>2</sup>	Площадь поперечного сечения рентгеновского пучка, А, м <sup>2</sup>	Эталонное значение кермы в воздухе, К <sub>0</sub> , мкГр	Коэффициент чувствительности, k <sub>ej</sub>	Энергетическая зависимость чувствительности, δ <sub>ej</sub> , %	Поправочный множитель, C <sub>j</sub>
	1	2	3						
1	Режим излучения: время экспозиции анодный ток напряжение генерирования					с мА кВ			
1									
2	Режим излучения: время экспозиции анодный ток напряжение генерирования					с мА кВ			
2									
3	Режим излучения: время экспозиции анодный ток напряжение генерирования					с мА кВ			
3									

Предел энергетической зависимости чувствительности измерителя  $\pm 8\%$ .

**Вывод:** результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

**Вывод:** результаты поверки: *положительные (отрицательные)*.

**Выдано свидетельство о поверке № (извещение о непригодности №)**

**Дата поверки:**

**Поверитель**