Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

_____ А.Н. Пронин

М.П. «24» января 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры рентгеновского излучения DIAMENTOR RS-KDK

Методика поверки

МП 2103-037-2024

И.о. руководителя отдела

_____ Г.В. Жуков

Старший научный сотрудник

_____ А.Ю. Виллевальде

Санкт-Петербург
2024

Содержание

Общие положения 3
1 Перечень операций поверки средства измерений 3
2 Требования к условиям проведения поверки 4
3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку 5
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки 5
5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки 6
6 Внешний осмотр средства измерений 7
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений 7
8 Проверка программного обеспечения средства измерений 7
9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям 8
10 Оформление результатов поверки 16
Приложение А 17
Приложение Б 18

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на дозиметры рентгеновского излучения DIAMENTOR RS-KDK (далее по тексту – дозиметры DIAMENTOR RS-KDK), предназначенные для измерения произведения кермы в воздухе на площадь (дозы на площадь), произведения мощности кермы в воздухе на площадь (мощности дозы на площадь), кермы в воздухе (входной дозы) и мощности кермы в воздухе (входной мощности дозы).

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Поверка по произведению кермы в воздухе на площадь и произведению мощности кермы в воздухе на площадь проводится методом косвенных измерений. Метод косвенных измерений произведения кермы или мощности кермы в воздухе на площадь основан на измерении кермы или мощности кермы в воздухе в опорной точке поля рентгеновского излучения, измерении линейных размеров поля рентгеновского излучения в плоскости, проходящей через эту опорную точку и перпендикулярной оси пучка рентгеновского излучения, и последующем расчете произведения кермы или мощности кермы в воздухе на площадь из результатов измерений указанных величин. Поверка по керме в воздухе и мощности кермы в воздухе проводится методом прямых измерений. Поверка обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к Государственному первичному эталону единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма- излучений ГЭТ 8-2019 в соответствии с Государственной поверочной схемой (далее по тексту – ГПС) для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы и потока энергии рентгеновского и гамма- излучений, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314.

Примечание – При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

1 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Нет	8

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям [1)]	Да	Да	9
4.1 Определение основной относительной погрешности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь	Да	Да	9.1
- на эталонной дозиметрической установке	Да	Да	9.1.1
- с использованием эталонного дозиметра	Да	Да	9.1.2
4.2 Определение основной относительной погрешности при измерениях кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе	Да	Да	9.2
- на эталонной дозиметрической установке	Да	Да	9.2.1
- с использованием эталонного дозиметра	Да	Да	9.2.2
4.3 Определение энергетической зависимости	Да	Нет	9.3
- на эталонной дозиметрической установке	Да	Нет	9.3.1
- с использованием эталонного дозиметра	Да	Нет	9.3.2

[1)] Определение метрологических характеристик дозиметров DIAMENTOR RS-KDK выполняется:
- на эталонной дозиметрической установке, если поверка дозиметра DIAMENTOR RS-KDK осуществляется в поверочной организации;
- с использованием эталонного дозиметра, если поверка дозиметра DIAMENTOR RS-KDK осуществляется на месте эксплуатации.

2 Требования к условиям проведения поверки

Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха	от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха	не более 80 %;
- атмосферное давление	от 84 до 106 кПа;
- внешний радиационный фон (мощность амбиентного эквивалента дозы)	не более 0,20 мкЗв/ч.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области дозиметрии, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений и изучившие эксплуатационную документацию дозиметров DIAMENTOR RS-KDK.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться эталоны и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 2. Все эталоны и средства измерений должны быть исправны и иметь действующие свидетельства об аттестации или сведения о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее - ФИФ ОЕИ).

Таблица 2 – Эталоны и вспомогательные средства, применяемые при поверке

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки [1)]	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке) п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Диапазон измерений давления от 80 до 110 кПа, абсолютная погрешность измерений ±0,3 кПа. Диапазон измерений температуры от минус 40 °С до +85 °С, абсолютная погрешность измерений ±0,2 °С. Диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 98 %, абсолютная погрешность измерений ±3 %. Средство измерений мощности амбиентного эквивалента дозы в диапазоне измерений от 0,05 мкЗв/ч до 10 Зв/ч, погрешность не более ±15 %. Средство измерений времени в диапазоне от 0 до 9 ч 59 мин, дискретность 0,01 с, погрешность не более ±(9,6·10^{-6}Тх+ 0,01) с, Тх – значение измеренного интервала времени, с	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А» рег. № в ФИФ ОЕИ 27468-04. Дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1123 рег. № в ФИФ ОЕИ 19793-19. Секундомеры электронные «Интеграл С-01» рег. № 44154-20
п. 9.1.1 Определение основной относительной погрешности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь на эталонной дозиметрической установке п. 9.2.1 Определение основной относительной погрешности при измерениях кермы в воздухе и	Рабочий эталон 1-го разряда – установка эталонная дозиметрическая кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314. Диапазон мощности кермы в воздухе от 10 мкГр/с до 100 мГр/с, диапазон кермы в воздухе от 0,1 мГр до 1 Гр, основная погрешность не более ±3 %. Диапазон анодных напряжений на рентгеновской трубке от 40 до 150 кВ, режимы серии RQR по ГОСТ Р МЭК 61267-2001.	Установки поверочные рентгеновского излучения УПР-АТ300 рег. № в ФИФ ОЕИ 79729-20

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки [1)]	Перечень рекомендуемых средств поверки
мощности кермы в воздухе на эталонной дозиметрической установке п. 9.3.1 Определение энергетической зависимости на эталонной дозиметрической установке	Формирующая диафрагма. Материал – свинец, толщина не менее 10 мм, габаритные размеры не менее 190 мм × 190 мм, площадь формируемого поля рентгеновского излучения от 13 мм × 13 мм до 140 мм × 140 мм	
п. 9.1.2 Определение основной относительной погрешности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь с использованием эталонного дозиметра п. 9.2.2 Определение основной относительной погрешности при измерениях кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе с использованием эталонного дозиметра п. 9.3.2 Определение энергетической зависимости с использованием эталонного дозиметра	Рабочий эталон 1-го разряда – дозиметр эталонный кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314. Диапазон регистрируемых энергий фотонов от 20 до 150 кэВ, ионизационная камера объемом не более 1 см^3. Диапазон измеряемых значений мощности кермы в воздухе от 10 мкГр/с до 100 мГр/с, диапазон измеряемых значений кермы в воздухе от 0,1 мГр до 1 Гр, основная погрешность не более ±3 %. Средство измерений размера поля излучения в диапазоне от 0 до 300 мм, допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкалы ±0,10 мм. Средство измерений расстояния в диапазоне от 0 до 2 м, допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкалы ±0,30 мм. Тест-объект – угольник металлический с длиной стороны от 10 до 20 см	Дозиметры универсальные PTW-UNIDOS, PTW-UNIDOS E рег. № в ФИФ ОЕИ 14256-05 Линейки измерительные металлические рег. № в ФИФ ОЕИ 66266-16 Рулетки измерительные ПК рег. № в ФИФ ОЕИ 87228-22

[1)] Допускается применение других аналогичных средств поверки (контроля), обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010 СП 2.6.1.2612-10, Норм радиационной безопасности НРБ-99/2009 СанПиН 2.6.1.2523-09, Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 г. № 903н, действующих инструкций по мерам безопасности в поверочной лаборатории, а также требования безопасности, изложенные в соответствующих разделах технической документации на средства поверки и правила техники безопасности, действующие на данном предприятии.

5.2 К работе должны привлекаться только сотрудники, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений.

6 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра дозиметра DIAMENTOR RS-KDK должно быть установлено:

- наличие руководства по эксплуатации, описания типа и записи о предыдущей поверке в ФИФ ОЕИ при периодической поверке;
- соответствие комплекта средства измерений требованиям руководства по эксплуатации в объеме, необходимом для поверки;
- читаемость и соответствие маркировки средства измерений;
- отсутствие механических повреждений средства измерений (трещин, сколов), влияющих на его работоспособность.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации.

7.2 Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.3 Контроль условий поверки проводят путем измерений температуры и относительной влажности окружающего воздуха, атмосферного давления и мощности амбиентного эквивалента дозы фонового облучения. Полученные результаты должны соответствовать требованиям к условиям проведения поверки, указанным в п. 2.

7.4 При опробовании проверяют работоспособность дозиметра DIAMENTOR RS-KDK не менее чем через 15 минут после включения в соответствии с п. 7.2 «Функциональная проверка» руководства по эксплуатации. Результаты опробования дозиметра DIAMENTOR RS-KDK считают положительными, если функциональная проверка пройдена.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверка программного обеспечения средства измерений (далее по тексту – ПО) дозиметра DIAMENTOR RS-KDK проводится при первичной поверке и заключается в проверке номера версии (идентификационного номера) ПО.

Проверку номера версии ПО проводят путем сравнения номера версии ПО в протоколе выходного контроля качества, который является неотъемлемой частью эксплуатационной документации на дозиметр DIAMENTOR RS-KDK, с указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	DIAMENTOR RS-KDK
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.XX
Примечание - Элемент в обозначении номера версии, замененный символом «X», отвечает за метрологически незначимую часть.	

8.2 Результаты проверки ПО считают положительными, если номер версии ПО соответствует указанному в таблице 3.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

При проведении первичной поверки на эталонной дозиметрической установке поверка проводится без учета ослабления излучения ионизационной камерой дозиметра DIAMENTOR RS-KDK. Установка дозиметра DIAMENTOR RS-KDK на место эксплуатации сопровождается его настройкой согласно руководству по эксплуатации, при этом учитываются ослабление излучения ионизационной камерой дозиметра DIAMENTOR RS-KDK. Поэтому поверка с использованием эталонного дозиметра проводится с учетом ослабления излучения ионизационной камерой дозиметра DIAMENTOR RS-KDK.

При проведении поверки показания дозиметра DIAMENTOR RS-KDK следует умножить на поправочный коэффициент 1,10 согласно руководству по эксплуатации (для результатов измерений с рентгеновскими трубками, находящимися над столом для пациента).

9.1 Определение основной относительной погрешности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь

9.1.1 Определение основной относительной погрешности при измерении произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь на эталонной дозиметрической установке

9.1.1.1 Основную относительную погрешность дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь определяют на режиме рентгеновского излучения RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 (напряжение генерирования 70 кВ, номинальный слой половинного ослабления 2,5 мм Al) при размерах поля рентгеновского излучения в месте расположения ионизационной камеры дозиметра DIAMENTOR RS-KDK не менее 13 мм × 13 мм и не более 140 мм × 140 мм.

Примечание – Формирование поля рентгеновского излучения заданных размеров в месте расположения ионизационной камеры дозиметра DIAMENTOR RS-KDK допускается производить с использованием формирующей диафрагмы, имеющей калиброванное отверстие и такие геометрические размеры, чтобы при установке вплотную к ионизационной камере пластина полностью ее перекрывала.

9.1.1.2 Ионизационную камеру дозиметра DIAMENTOR RS-KDK следует устанавливать таким образом, чтобы рабочая поверхность камеры была перпендикулярна направлению излучения, при этом центральная ось пучка излучения должна проходить через центр чувствительной области ионизационной камеры, отмеченный точкой.

Центр чувствительной области ионизационной камеры дозиметра DIAMENTOR RS-KDK располагается на глубине 9 мм от входного окна камеры (геометрический центр камеры). Размер активной площади ионизационной камеры составляет от 13 мм × 13 мм до 140 мм × 140 мм.

9.1.1.3 Определение основной относительной погрешности следует проводить в трех точках диапазона измерений. Рекомендуемые значения произведения кермы в воздухе на площадь и мощности кермы в воздухе на площадь указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемые значения произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь при поверке

Номер поверочной точки	Произведение кермы в воздухе на площадь $(K_0 \cdot A)$, мкГр·м^2	Произведение мощности кермы в воздухе на площадь $(\dot{K}_0 \cdot A)$, мкГр·м^2/с
1	от 1 до 5	от 0,1 до 0,5
2	от 10 до 100	от 1 до 5
3	от 500 до 1000	от 10 до 100

Примечание – Допускается проводить проверку в точках на краях диапазона методом подобия с использованием режимов рентгеновского излучения, отличных от выбранного для определения основной относительной погрешности дозиметра DIAMENTOR RS-KDK:

1) Измерения произведения мощности кермы в воздухе на площадь выполняют на режиме рентгеновского излучения, на котором проводят поверку, при эталонном значении $(\dot{K}_0 \cdot A)$, близком к

верхнему значению диапазона эталонной дозиметрической установки. В этой точке вычисляют переходной коэффициент $k = (\dot{K}_0 \cdot A) / \dot{M}$, где $\dot{M}$ – среднее арифметическое показаний дозиметра DIAMENTOR RS-KDK по произведению мощности кермы в воздухе на площадь в первой точке измерений, мкГр·м²/с.

2) Измерения повторяют на заданном режиме излучения, характеристики которого подбираются таким образом, чтобы показания дозиметра DIAMENTOR RS-KDK были близки к $\dot{M}$. Определяют эталонное значение произведения мощности кермы в воздухе на площадь: $(\dot{K}_0 \cdot A)_x = k \cdot \dot{M}_x$, где $\dot{M}_x$ – среднее арифметическое показаний дозиметра DIAMENTOR RS-KDK по произведению мощности кермы в воздухе на площадь во второй точке измерений, мкГр·м²/с.

3) Эталонное значение произведения мощности кермы в воздухе на площадь в каждой последующей точке диапазона измерений на заданном режиме излучения определяют по формуле $(\dot{K}_0 \cdot A)_n = (\dot{K}_0 \cdot A)_x \cdot (m_n / m_x)$, где m_x, m_n – ионизационные токи камеры-свидетеля эталонной установки рентгеновского излучения во второй и *n*-ой точках измерений соответственно.

4) Измерения произведения кермы в воздухе на площадь по методу подобия проводят аналогично.

9.1.1.4 В каждой поверочной точке проводят не менее пяти измерений произведения кермы в воздухе на площадь M_i в мкГр·м² и произведения мощности кермы в воздухе на площадь $\dot{M}_i$ в мкГр·м²/с, контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения, и определяют их средние арифметические значения M и $\dot{M}$

$$M = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} M_i, \tag{1}$$

$$\dot{M} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \dot{M}_i, \tag{2}$$

где n – число измерений в поверочной точке.

9.1.1.5 Оценивают средние квадратические отклонения результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь $S(M)$ и произведения мощности кермы в воздухе на площадь $S(\dot{M})$

$$S(M) = \frac{100}{M}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(M_i - M)^2}{n(n-1)}}, \%, \tag{3}$$

$$S(\dot{M}) = \frac{100}{\dot{M}}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\dot{M}_i - \dot{M})^2}{n(n-1)}}, \%. \tag{4}$$

9.1.1.6 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь при доверительной вероятности $p = 0{,}95$

$$\theta = 1{,}1\sqrt{\Delta^2 + \delta_0^2 + \delta_A^2 + \delta_u^2 + \delta_m^2}, \tag{5}$$

где Δ - максимальная относительная погрешность показаний дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь

$$\Delta = \left[\frac{M - (K_0 \cdot A)}{(K_0 \cdot A)} \cdot 100\right]_{\max}, \%, \text{ или } \Delta = \left[\frac{\dot{M} - (\dot{K}_0 \cdot A)}{(\dot{K}_0 \cdot A)} \cdot 100\right]_{\max}, \%, \tag{6}$$

где $(K_0 \cdot A)$ – эталонное значение произведения кермы в воздухе на площадь в поверочной точке, мкГр·м²;

$(\dot{K}_0 \cdot A)$ – эталонное значение произведения мощности кермы в воздухе на площадь в поверочной точке, мкГр·м²/с;

δ_0 – погрешность эталонного значения кермы (мощности кермы) в воздухе (из свидетельства об аттестации эталона), %;

δ_A – погрешность определения геометрических размеров поля излучения в месте расположения ионизационной камеры дозиметра DIAMENTOR RS-KDK, %;

δ_u – погрешность, обусловленная неоднородностью мощности кермы в воздухе по сечению пучка излучения эталонной установки, %;

δ_m – погрешность метода поверки, %.

9.1.1.7 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь вычисляют по формуле

$$\delta = Coef \cdot S_\Sigma, \%, \tag{7}$$

где S_Σ – оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерений произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь;

$Coef$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей.

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\theta^2 + S^2(M)} \text{ или } S_\Sigma = \sqrt{S_\theta^2 + S^2(\dot{M})}, \tag{8}$$

где $S_\theta = \dfrac{\theta}{1{,}1\sqrt{3}}$ - среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности.

$$Coef = \frac{\varepsilon + \theta}{S(M) + S_\theta} \text{ или } Coef = \frac{\varepsilon + \theta}{S(\dot{M}) + S_\theta}, \tag{9}$$

где ε – доверительные границы случайной погрешности дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь

$$\varepsilon = t_0 \cdot S(M) \text{ или } \varepsilon = t_0 \cdot S(\dot{M}), \tag{10}$$

где t_0 – коэффициент Стьюдента, который определяется в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов наблюдений (t_0 = 2,78 при доверительной вероятности p = 0,95 и числе измерений n = 5).

9.1.1.8 Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK считается прошедшим проверку с положительным результатом, если доверительные границы основной относительной погрешности при поверке по произведению кермы в воздухе на площадь и произведению мощности кермы в воздухе на площадь не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности:

±(5 + 1/DAP) %, где DAP – безразмерная величина, численно равная измеренному значению произведения кермы в воздухе на площадь в мкГр·м^2 или произведения мощности кермы в воздухе на площадь в мкГр·м^2/с.

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

9.1.2.1 Основную относительную погрешность дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь определяют в полях рентгеновского излучения на режиме с напряжением генерирования 70 кВ. При невозможности задания такого значения напряжения на рентгенографической установке выбирают базовый режим излучения, используемый при диагностических исследованиях.

9.1.2.2 Ионизационную камеру эталонного дозиметра устанавливают в центре поля излучения таким образом, чтобы вблизи камеры не было предметов, вызывающих рассеяние рентгеновского излучения.

Определяют размер поля излучения в месте расположения камеры эталонного дозиметра с погрешностью не более ±1,5 %.

Примечание – Допускается определять размер поля излучения с использованием тест-объекта с известными геометрическими размерами:

1) Тест-объект устанавливают в центре поля излучения на приемнике излучения рентгенографической установки. С помощью диафрагмы рентгенографической установки выбирают размер поля излучения таким образом, чтобы тест-объект полностью находился в поле излучения, и делают снимок.

Измеряют геометрические размеры поля излучения и тест-объекта на снимке и рассчитывают длину поля излучения на приемнике излучения L_0, м, из пропорции $L_0 = L_X \cdot l_0 / l_X$, где L_X – длина поля излучения, измеренная на снимке, м; l_0 – длина тест-объекта, м; l_X – длина тест-объекта, измеренная на снимке, м. Аналогично рассчитывают ширину поля излучения на приемнике излучения W_0, м.

2) Измеряют расстояния от центра источника излучения рентгенографической установки (обозначается точкой на боковой поверхности корпуса) до ионизационной камеры эталонного дозиметра d, м, и до приемника излучения d_0, м. Определяют площадь поля рентгеновского излучения в месте расположения камеры A, м^2, из пропорции $A = A_0 \cdot d / d_0$, где $A_0 = L_0 \cdot W_0$ – площадь поля излучения на приемнике излучения, м^2.

9.1.2.3 Устанавливают время экспозиции и анодный ток, максимально возможные на режиме излучения, выбранном для проведения поверки.

9.1.2.4 Проводят облучение и с помощью эталонного дозиметра определяют значения кермы в воздухе за время действия излучения K'_{0i} в мкГр и мощности кермы в воздухе $\dot{K}'_{0i}$ в мкГр/с. Снимают показания дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь M_i в мкГр·м^2 и произведения мощности кермы в воздухе на площадь $\dot{M}_i$ в мкГр·м^2/с. 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 $\dot{M}$ по формулам, аналогичным (1), (2), контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения.

9.1.2.5 Оценивают средние квадратические отклонения результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь дозиметра DIAMENTOR RS-KDK по формулам (3) и (4) соответственно.

9.1.2.6 Равномерно перемещая ионизационную камеру эталонного дозиметра по двум взаимно перпендикулярным осям в плоскости поперечного сечения поля излучения, определяют относительное распределение кермы в воздухе по полю излучения. На каждой полуоси выбирают по одной точке измерений. Точки измерений должны быть расположены на одинаковом расстоянии от центра поля излучения.

Рассчитывают усредненную по полю излучения мощность кермы в воздухе, исходя из результатов измерения в пяти точках поля, включая центр, и вычисляют коэффициент k_u, учитывающий неоднородность поля излучения

$$k_u = \frac{\sum_{j=1}^{5} \dot{K}'_j}{5 \cdot \dot{K}'_1}, \tag{11}$$

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

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

Определяют эталонные значения кермы в воздухе K_0 в мкГр и мощности кермы в воздухе $\dot{K}_0$ в мкГр/с, усредненные по полю излучения

$$K_0 = K'_0 \cdot k_u, \tag{12}$$

$$\dot{K}_0 = \dot{K}'_0 \cdot k_u. \tag{13}$$

9.1.2.7 Устанавливают минимально возможные для данного режима излучения время экспозиции и анодный ток и выполняют действия по п. 9.1.2.4–9.1.2.5. Рассчитывают эталонные значения кермы и мощности кермы в воздухе, усредненные по полю излучения, по формулам (12), (13).

9.1.2.8 Измерения по п. 9.1.2.4–9.1.2.5 повторяют еще при одном значении анодного тока и времени экспозиции. Рассчитывают эталонные значения кермы и мощности кермы в воздухе, усредненные по полю излучения, по формулам (12), (13).

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

$$\theta = 1{,}1\sqrt{\Delta^2 + \delta_0^2 + \delta_A^2 + \delta_m^2}\,, \qquad (14)$$

где Δ - максимальная относительная погрешность показаний дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь, рассчитанная по формулам (6), %;

δ_0 – погрешность эталонного значения кермы (мощности кермы) в воздухе (из свидетельства об аттестации эталона), %;

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

δ_m – погрешность метода поверки.

Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь вычисляют по формуле (7).

9.1.2.10 Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK считается прошедшим проверку с положительным результатом, если доверительные границы основной относительной погрешности при поверке по произведению кермы в воздухе на площадь и произведению мощности кермы в воздухе на площадь не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности:

±(5 + 1/DAP) %, где DAP – безразмерная величина, численно равная измеренному значению произведения кермы в воздухе на площадь в мкГр·м^2 или произведения мощности кермы в воздухе на площадь в мкГр·м^2/с.

9.2 Определение основной относительной погрешности при измерениях кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе

9.2.1 Определение основной относительной погрешности при измерениях кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе на эталонной дозиметрической установке

9.2.1.1 Основную относительную погрешность дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях кермы в воздухе на площадь и мощности кермы в воздухе определяют на режиме рентгеновского излучения RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 (напряжение генерирования 70 кВ, номинальный слой половинного ослабления 2,5 мм Al) при размерах поля рентгеновского излучения в месте расположения ионизационной камеры дозиметра DIAMENTOR RS-KDK не менее 13 мм × 13 мм и не более 140 мм × 140 мм.

9.2.1.2 Ионизационную камеру дозиметра DIAMENTOR RS-KDK располагают как указано в п. 9.1.1.2.

В настройках дозиметра DIAMENTOR RS-KDK устанавливают расстояние между ионизационной камерой дозиметра DIAMENTOR RS-KDK и пациентом равным 0 согласно руководству по эксплуатации.

9.2.1.3 Определение основной относительной погрешности следует проводить в трех точках диапазона измерений. Рекомендуемые значения мощности кермы в воздухе и кермы в воздухе указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Рекомендуемые значения кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе при поверке

Номер поверочной точки	Керма в воздухе K_0, мГр	Мощность кермы в воздухе $\dot{K}_0$, мГр/с
1	от 0,1 до 5	от 0,01 до 0,5
2	от 10 до 100	от 1 до 5
3	от 500 до 1000	от 10 до 50

Примечание – Допускается проводить проверку в точках на краях диапазона методом подобия аналогично тому, как описано в примечании к Таблице 4.

9.2.1.4 В каждой поверочной точке проводят не менее пяти измерений кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе и определяют их средние арифметические значения M в мГр и $\dot{M}$ в мГр/с по формулам (1), (2).

9.2.1.5 Оценивают средние квадратические отклонения результатов измерений кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе дозиметра DIAMENTOR RS-KDK по формулам (3), (4).

9.2.1.6 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результатов измерений кермы в воздухе или мощности кермы в воздухе при доверительной вероятности $p = 0{,}95$

$$\theta = 1{,}1\sqrt{\Delta^2 + \delta_0^2 + \delta_m^2}\,, \qquad (15)$$

где Δ - максимальная относительная погрешность показаний дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях кермы в воздухе или мощности кермы в воздухе

$$\Delta = \left[\frac{M - K_0}{K_0}\cdot 100\right]_{\max}, \%, \text{ или } \Delta = \left[\frac{\dot{M} - \dot{K}_0}{\dot{K}_0}\cdot 100\right]_{\max}, \%, \qquad (16)$$

где K_0 – эталонное значение кермы в воздухе в поверочной точке, мГр;

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

δ_0 – погрешность эталонного значения кермы (мощности кермы) в воздухе (из свидетельства об аттестации эталона), %;

δ_m – погрешность метода поверки.

9.2.1.7 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях кермы в воздухе или мощности кермы в воздухе вычисляют по формуле (7).

9.2.1.8 Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK считается прошедшим проверку с положительным результатом, если доверительные границы основной относительной погрешности при поверке по керме в воздухе и мощности кермы в воздухе не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности:

±(10 + 1/D) %, где D – безразмерная величина, численно равная измеренному значению кермы в воздухе в мГр или мощности кермы в воздухе в мГр/с.

9.2.2 Определение основной относительной погрешности при измерениях кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе с использованием эталонного дозиметра

9.2.2.1 Основную относительную погрешность дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе определяют в полях рентгеновского излучения на режиме с напряжением генерирования 70 кВ. При невозможности задания такого значения напряжения на рентгенографической установке выбирают базовый режим излучения, используемый при диагностических исследованиях.

9.2.2.2 Ионизационную камеру эталонного дозиметра устанавливают в центре поля излучения таким образом, чтобы вблизи камеры не было предметов, вызывающих рассеяние рентгеновского излучения.

Измеряют расстояние от центра источника излучения рентгенографической установки (обозначается точкой на боковой поверхности корпуса) до ионизационной камеры эталонного дозиметра. В настройках дозиметра DIAMENTOR RS-KDK устанавливают полученное значение в качестве расстояния между ионизационной камерой дозиметра DIAMENTOR RS-KDK и пациентом согласно руководству по эксплуатации.

9.2.2.3 Устанавливают время экспозиции и анодный ток, максимально возможные на режиме излучения, выбранном для проведения поверки.

9.2.2.4 Проводят облучение и с помощью эталонного дозиметра определяют значения кермы в воздухе за время действия излучения K_{0i} в мГр и мощности кермы в воздухе $\dot{K}_{0i}$ в мГр/с. Снимают показания дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях кермы в воздухе M_i в мГр и мощности кермы в воздухе $\dot{M}_i$ в мГр/с. Измерения K_{0i}, $\dot{K}_{0i}$, M_i и $\dot{M}_i$ повторяют не менее пяти раз и вычисляют их средние арифметические значения K_0, $\dot{K}_0$, M и $\dot{M}$ по формулам (1), (2), контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения.

9.2.2.5 Оценивают средние квадратические отклонения результатов измерений кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе дозиметра DIAMENTOR RS-KDK по формулам (3) и (4).

9.2.2.6 Устанавливают минимально возможные для данного режима излучения время экспозиции и анодный ток и выполняют действия по п. 9.2.2.4–9.2.2.5.

9.2.2.7 Действия по п. 9.2.2.4–9.2.2.5 повторяют еще при одном значении анодного тока и времени экспозиции.

9.2.2.8 Определяют границы неисключенной систематической погрешности результатов измерений кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе при доверительной вероятности $p = 0{,}95$ по формуле (15).

9.2.2.9 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра DIAMENTOR RS-KDK при измерениях кермы в воздухе или мощности кермы в воздухе вычисляют по формуле (7).

9.2.2.10 Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK считается прошедшим проверку с положительным результатом, если доверительные границы основной относительной погрешности при поверке по керме в воздухе и мощности кермы в воздухе не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности:

±(10 + 1/D) %, где D – безразмерная величина, численно равная измеренному значению кермы в воздухе в мГр или мощности кермы в воздухе в мГр/с.

9.3 Определение энергетической зависимости

9.3.1 Определение энергетической зависимости на эталонной установке

9.3.1.1 Энергетическую зависимость дозиметра DIAMENTOR RS-KDK определяют на режимах рентгеновского излучения серии RQR по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 при размерах поля рентгеновского излучения в месте расположения ионизационной камеры DIAMENTOR RS-KDK не менее 13 мм × 13 мм и не более 140 мм × 140 мм.

9.3.1.2 При определении энергетической зависимости дозиметр DIAMENTOR RS-KDK располагают как указано в п. 9.1.1.2.

В настройках дозиметра DIAMENTOR RS-KDK устанавливают расстояние между ионизационной камерой дозиметра DIAMENTOR RS-KDK и пациентом равным 0 согласно руководству по эксплуатации.

9.3.1.3 Энергетическую зависимость дозиметра DIAMENTOR RS-KDK определяют на режимах рентгеновского излучения RQR2, RQR3, RQR5, RQR8, RQR9, RQR10 по ГОСТ Р МЭК 61276-2001 (напряжения генерирования 40 кВ, 50 кВ, 70 кВ, 100 кВ, 120 кВ и 150 кВ соответственно). Измерения рекомендуется выполнять при значениях произведения мощности кермы в воздухе на площадь от 1 до 10 мкГр·м^2/с и мощности кермы в воздухе от 1 до 10 мГр/с.

9.3.1.4 На каждом j-ом режиме рентгеновского излучения выполняют не менее трех измерений произведения кермы в воздухе на площадь и кермы в воздухе за одно то же время, контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения, и вычисляют их средние арифметические значения по формулам (1), (2), $M_j^{(K\cdot A)}$ в мкГр·м^2 и M_j^K в мГр.

9.3.1.5 Для каждого режима рентгеновского излучения определяют коэффициенты чувствительности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или кермы в воздухе

$$k_{\varepsilon j} = \frac{M_j^{(K\cdot A)}}{(K_0 \cdot A)_j} \text{ или } k_{\varepsilon j} = \frac{M_j^K}{K_{0j}}, \tag{17}$$

где $(K_0 \cdot A)_j$ – эталонное значение произведения кермы в воздухе на площадь в поверочной точке, сГр·см^2;

K_{0j} – эталонное значение кермы в воздухе в поверочной точке, мГр.

9.3.1.6 Энергетическую зависимость при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или кермы в воздухе определяют по формуле

$$\delta_{\varepsilon j} = \frac{k_{\varepsilon j} - k_{\varepsilon 0}}{k_{\varepsilon 0}} \cdot 100, \%, \tag{18}$$

где $k_{\varepsilon 0}$ – коэффициент чувствительности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или кермы в воздухе для режима RQR5.

9.3.1.7 Для каждого режима излучения рассчитывают поправочные множители, зависящие от энергии излучения

$$C_j = \frac{(K_0 \cdot A)_j}{M_j^{(K\cdot A)}} \text{ или } C_j = \frac{K_{0j}}{M_j^K}. \tag{19}$$

Полученные значения поправочных множителей нормируют к аналогичным коэффициентам для режима RQR5 и приводят в свидетельстве о поверке.

9.3.1.8 Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK считается прошедшим проверку с положительным результатом, если полученные значения энергетической зависимости при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и кермы в воздухе не превышают ±8 %.

9.3.2 Определение энергетической зависимости с использованием эталонного дозиметра

9.3.2.1 Энергетическую зависимость дозиметра DIAMENTOR RS-KDK определяют в полях рентгеновского излучения при напряжениях генерирования от 40 до 150 кВ.

9.3.2.2 Измерения проводят на режимах излучения с напряжениями генерирования 40 кВ, 50 кВ, 70 кВ, 100 кВ, 120 кВ и 150 кВ. При невозможности задания таких значений напряжения устанавливают режимы излучения, которые обычно используют при диагностических исследованиях на данной рентгенографической установке (3–5 режимов).

Ионизационную камеру эталонного дозиметра располагают как указано в п. 9.2.2.2, устанавливают соответствующие настройки дозиметра DIAMENTOR RS-KDK.

Измерения проводят при площади поля излучения A в м^2, определенной по п. 9.1.2.2.

Анодный ток стараются подобрать таким образом, чтобы обеспечить примерно одинаковое значение произведения кермы в воздухе на площадь (кермы в воздухе) во всех поверочных точках за одно и то же время измерения.

9.3.2.3 На каждом j-ом режиме рентгеновского излучения выполняют не менее трех измерений произведения кермы в воздухе на площадь и кермы в воздухе за одно и то же время, контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения, и вычисляют их средние арифметические значения по формулам (1), (2), $M_j^{(K\cdot A)}$ в мкГр·м^2 и M_j^K в мГр.

Эталонное значение произведения кермы в воздухе на площадь на j-ом режиме определяют из значений эталонного значения кермы в воздухе K_{0j} в мкГр, полученного по формуле (12), и площади поля излучения A в м^2.

9.3.2.4 Для каждого режима рентгеновского излучения определяют коэффициенты чувствительности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или кермы в воздухе по формулам (19).

9.3.2.5 Энергетическую зависимость при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или кермы в воздухе определяют по формуле (20).

9.3.2.6 Для каждого режима излучения рассчитывают поправочные множители, зависящие от энергии излучения по формулам (21).

Полученные значения поправочных множителей нормируют к аналогичным коэффициентам для режима RQR5 и приводят в сведениях о результатах поверки средств измерений в ФИФ ОЕИ.

9.3.2.7 Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK считается прошедшим проверку с положительным результатом, если полученные значения энергетической зависимости при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь и кермы в воздухе не превышают ±8 %.

9.4 Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK признают соответствующим метрологическим требованиям, если операции по п.п. 9.1–9.3 выполнены с положительными результатами.

Дозиметр DIAMENTOR RS-KDK признают не соответствующим метрологическим требованиям, если хотя бы одна из операций по п.п. 9.1–9.3 выполнена с отрицательным результатом.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Все результаты заносятся в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении Б.

10.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в ФИФ ОЕИ в установленном порядке.

10.3 По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, на средство измерений, прошедшее поверку, выдается свидетельство о поверке установленной формы.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

10.4 На оборотной стороне свидетельства о поверке приводятся результаты определения основной относительной погрешности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь, произведения мощности кермы в воздухе на площадь, кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе.

При проведении первичной поверки дополнительно указываются идентификационные данные ПО дозиметра DIAMENTOR RS-KDK, энергетическая зависимость и поправочные множители C_j.

10.5 Средство измерений, не прошедшее поверку, к обращению не допускается.

По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, на средство измерений выдается извещение о непригодности установленной формы с указанием причин несоответствия.

Приложение А

Метрологические требования к дозиметрам рентгеновского излучения DIAMENTOR RS-KDK

Метрологические требования к дозиметрам рентгеновского излучения DIAMENTOR RS-KDK, проверяемые при поверке, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования к дозиметрам рентгеновского излучения DIAMENTOR RS-KDK, проверяемые при поверке

Наименование	Значение
Диапазон измерений произведения кермы в воздухе на площадь, мкГр·м^2	от 0,10 до $1 \cdot 10^8$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений произведения кермы в воздухе на площадь на режиме RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001, %	±(5 + 1/DAP), где DAP – безразмерная величина, численно равная измеренному значению произведения кермы в воздухе на площадь в мкГр·м^2
Диапазон измерений произведения мощности кермы в воздухе на площадь, мкГр·м^2/с	от 0,100 до 30000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений произведения мощности кермы в воздухе на площадь на режиме RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001, %	±(5 + 1/DAP), где DAP – безразмерная величина, численно равная измеренному значению произведения мощности кермы в воздухе на площадь в мкГр·м^2/с
Диапазон измерений кермы в воздухе, мГр	от 0,010 до 30000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений кермы в воздухе на режиме RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001, %	±(10 + 1/D), где D – безразмерная величина, численно равная измеренному значению кермы в воздухе в мГр
Диапазон измерений мощности кермы в воздухе, мГр/с	от 0,010 до 1000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений мощности кермы в воздухе на режиме RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001, %	±(10 + 1/D), где D – безразмерная величина, численно равная измеренному значению мощности кермы в воздухе в мГр/с
Рабочий диапазон анодных напряжений рентгеновской трубки, кВ	от 40 до 150
Дополнительная погрешность, вызванная зависимостью чувствительности от энергии в диапазоне регистрируемых энергий фотонов относительно чувствительности к рентгеновскому излучению на режиме RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 (энергетическая зависимость), %, не более	±8

Приложение Б

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ
№ _____ от _____ г.
к свидетельству о поверке (извещению о непригодности) № _____ от _____ г.

Наименование средства измерения (эталона), тип	Дозиметр рентгеновского излучения DIAMENTOR RS-KDK
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	

Вид поверки:

Методика поверки:

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики	Примечание

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25	
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106	
Относительная влажность воздуха, %	не более 80	
Внешний фон гамма-излучения, мкЗв/ч	не более 0,20	

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр средства измерений

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

Внешние повреждения *отсутствуют (присутствуют).*

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

2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Прибор *работоспособен (не работоспособен).*

Результаты опробования *положительные (отрицательные).*

3 Проверка программного обеспечения средства измерений

Таблица 1 – Сравнение идентификационных данных ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Номер версии ПО при поверке
DIAMENTOR RS-KDK		1.XX	

Результаты подтверждения сохранности ПО *положительные (отрицательные).*

4 Определение метрологических характеристик

Примечание - В подразделах 4.1 и 4.2 следует выбрать таблицы, соответствующие применяющемуся методу поверки: на эталонной дозиметрической установке, если дозиметр DIAMENTOR RS-KDK не установлен на месте эксплуатации, или с использованием эталонного дозиметра, если дозиметр DIAMENTOR RS-KDK установлен на месте эксплуатации.

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

Таблица 1.1 – Основная относительная погрешность при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь на эталонной дозиметрической установке

Номер поверочной точки	Показания, сГр·см^2					Среднее арифметическое значение показаний, мкГр·м^2	Площадь поля излучения, м^2	Эталонное значение кермы в воздухе, мкГр	$(K \cdot A)_0$, мкГр·м^2	δ, %	Пределы δ, %
	1	2	3	4	5						
1											
2											
3											

Таблица 1.2 – Основная относительная погрешность при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь с использованием эталонного дозиметра

Номер поверочной точки	Показания, сГр·см^2					Среднее арифметическое значение показаний, мкГр·м^2	Площадь поля излучения, м^2	Эталонное значение кермы в воздухе, мкГр	$(K \cdot A)_0$, мкГр·м^2	δ, %	Пределы δ, %
	1	2	3	4	5						
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											

Примечание - При определении основной относительной погрешности при измерениях произведения мощности кермы в воздухе на площадь следует использовать таблицы, аналогичные 1.1. и 1.2.

Основная относительная погрешность при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь составляет ___ %, что *не превышает (превышает)* установленные пределы: ±(5 + 1/DAP) %, где DAP – безразмерная величина, численно равная измеренному значению произведения кермы в воздухе на площадь в мкГр·м^2.

Основная относительная погрешность при измерениях произведения мощности кермы в воздухе на площадь составляет ___ %, что *не превышает (превышает)* установленные пределы: ±(5 + 1/DAP) %, где DAP – безразмерная величина, численно равная измеренному значению произведения мощности кермы в воздухе на площадь в мкГр·м^2/с.

4.2 Определение основной относительной погрешности при измерениях кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе

Таблица 2.1 – Основная относительная погрешность при измерениях кермы в воздухе на эталонной дозиметрической установке

Номер поверочной точки	Показания, мГр					Среднее арифметическое значение показаний, мГр	K_0, мГр	δ, %	Пределы δ, %
	1	2	3	4	5				
1									
2									
3									

Таблица 2.2 – Основная относительная погрешность при измерениях кермы в воздухе с использованием эталонного дозиметра

Номер поверочной точки	Показания, мГр					Среднее арифметическое значение показаний, мГр	K_0, мГр	δ, %	Пределы δ, %
	1	2	3	4	5				
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									

Примечание - При определении основной относительной погрешности при измерениях мощности кермы в воздухе следует использовать таблицы, аналогичные 2.1. и 2.2.

Основная относительная погрешность при измерениях произведения кермы в воздухе составляет ___ %, что *не превышает (превышает)* установленные пределы: ±(10 + 1/D) %, где D – безразмерная величина, численно равная измеренному значению кермы в воздухе в мГр.

Основная относительная погрешность при измерениях произведения мощности кермы в воздухе составляет ___ %, что *не превышает (превышает)* установленные пределы: ±(10 + 1/D) %, где D – безразмерная величина, численно равная измеренному значению мощности кермы в воздухе в мГр/с.

4.3 Определение энергетической зависимости

Таблица 3.1 – Энергетическая зависимость при измерениях произведения мощности кермы в воздухе на площадь

Код режима излучения	Показания, мкГр·м²			Среднее арифметическое значение показаний, мкГр·м²	$(K \cdot A)_{0j}$, мкГр·м²	$k_{\varepsilon j}$	$\delta_{\varepsilon j}$, %	C_j
	1	2	3					
RQR3								
RQR5								
…								

Таблица 3.2 – Энергетическая зависимость при измерениях произведения мощности кермы в воздухе на площадь

Код режима излучения	Показания, мГр			Среднее арифметическое значение показаний, мГр	K_{0j}, мГр	$k_{\varepsilon j}$	$\delta_{\varepsilon j}$, %	C_j
	1	2	3					
RQR3								
RQR5								
…								

Примечание - При поверке с использованием эталонного дозиметра вместо кода режима может быть указано напряжение генерирования.

Энергетическая зависимость при измерениях произведения мощности кермы в воздухе на площадь составляет от ___ до ___ %, что *не превышает (превышает)* установленные пределы ±8 %.

Энергетическая зависимость при измерениях мощности кермы в воздухе составляет от ___ до ___ %, что *не превышает (превышает)* установленные пределы ±8 %.

Заключение:

Дозиметр рентгеновского излучения DIAMENTOR RS-KDK_____ в составе ионизационной камеры _____, устройства отображения _____, *соответствует (не соответствует)* предъявляемым требованиям и признан *пригодным (непригодным)* к применению.

Поверку произвел _____ _____ _____

ФИО подпись Дата

1 Частичное воспроизведение протокола не допускается без разрешения организации, выдавшей протокол поверки.

2 Полученные результаты относятся только к указанным в протоколе объектам поверки.