

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

Заместитель генерального директора

К.В. Мелирда

Доверенность № 5 «10» июня 2024 г.
от 08.12.2022

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры клинические для контроля радиологических процедур
VacuDAP

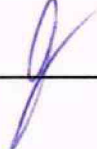
Методика поверки

МП 2103-039-2024

И.о. руководителя отдела


Г.В. Жуков

Научный сотрудник


Д.С. Гришин

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	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
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.....	7
10 Оформление результатов поверки	15
Приложение А.....	16
Приложение Б	17

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на дозиметры клинические для контроля радиологических процедур VacuDAP (далее по тексту – дозиметры VacuDAP), предназначенные для измерения произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь.

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 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	Да	8
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям ¹⁾	Да	Да	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
4.1 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
– с использованием эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь	Да	Да	9.1.3
4.2 Определение энергетической зависимости	Да	Нет	9.2
– на эталонной дозиметрической установке	Да	Нет	9.2.1
– с использованием эталонного дозиметра	Да	Нет	9.2.2
– с использованием эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь	Да	Нет	9.2.3
¹⁾ Определение метрологических характеристик дозиметров VacuDAP выполняется: <ul style="list-style-type: none"> – в модификации VacuDAP standard на эталонной дозиметрической установке осуществляется в поверочной организации; – в модификации VacuDAP-OEM с использованием эталонного дозиметра или эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь на месте эксплуатации. 			

2 Требования к условиям проведения поверки

Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха от 15 °С 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 VacuDAP.

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 по тексту - 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
<p>п.7.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)</p> <p>п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям</p>	<p>Средство измерений температуры в диапазоне измерений от 0 до +40 °С, абсолютная погрешность измерений $\pm 0,2$ °С. Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 80 до 107 кПа, погрешность не более 3 %. Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 10 до 100 %, абсолютная погрешность не более 5 %.</p> <p>Средство измерений мощности амбиентного эквивалента дозы в диапазоне измерений от 0,05 мкЗв/ч до 10 Зв/ч, погрешность не более ± 15 %.</p> <p>Средство измерений времени в диапазоне от 0 до 9 ч 59 мин, дискретность 0,01 с, погрешность не более $\pm(9,6 \cdot 10^{-6}T_x + 0,01)$ с, T_x – значение измеренного интервала времени, с</p>	<p>Приборы контроля параметров воздушной среды метеометры МЭС-200А рег. № в ФИФ ОЕИ 27468-04.</p> <p>Дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1123 рег. № в ФИФ ОЕИ 19793-19.</p> <p>Секундомеры электронные Интеграл С-01 рег. № в ФИФ ОЕИ 44154-20</p>
<p>п. 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</p> <p>п.9.2.1 Определение энергетической зависимости на эталонной установке</p>	<p>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.</p> <p>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 %.</p> <p>Диапазон анодных напряжений на рентгеновской трубке от 40 до 150 кВ, режимы серии RQR по ГОСТ Р МЭК 61267-2001. Формирующая диафрагма. Материал – свинец, толщина не менее 10 мм, габаритные размеры не менее 190 мм × 190 мм, площадь формируемого поля рентгеновского излучения от 10 мм × 10 мм до 147 мм × 147 мм</p>	<p>Установки поверочные рентгеновского излучения УПР-АТ300 рег. № в ФИФ ОЕИ 79729-20</p>
<p>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</p>	<p>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.</p> <p>Диапазон регистрируемых энергий фотонов от 20 до 150 кэВ, ионизационная камера объемом не более 1 см³. Диапазон измеряе-</p>	<p>Дозиметры универсальные PTW-UNIDOS, PTW-UNIDOS E рег. № в ФИФ ОЕИ 14256-05</p>

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки ¹⁾	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>дозиметра</p> <p>п. 9.2.2 Определение энергетической зависимости с использованием эталонного дозиметра</p>	<p>мых 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 $\pm 3\%$.</p> <p>Средство измерений размера поля излучения в диапазоне от 0 до 300 мм, допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкалы $\pm 0,10$ мм.</p> <p>Средство измерений расстояния в диапазоне от 0 до 2 м, допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкалы $\pm 0,30$ мм.</p> <p>Тест-объект – угольник металлический с длиной стороны от 10 до 20 см</p>	<p>Линейки измерительные металлические рег. № в ФИФ ОЕИ 66266-16</p> <p>Рулетки измерительные ПК рег. № в ФИФ ОЕИ 87228-22</p>
<p>п. 9.1.3 Определение основной относительной погрешности 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</p> <p>п. 9.2.3 Определение энергетической зависимости с использованием эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь</p>	<p>Рабочий эталон 2 разряда – измеритель произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2314. Диапазон регистрируемых энергий фотонов от 40 до 150 кВ. Диапазон измеряемых значений произведения кермы в воздухе на площадь от $0,08$ до $1 \cdot 10^9$ мкГр·м², диапазон измеряемых значений произведения мощности кермы в воздухе на площадь от $0,06$ до $6 \cdot 10^4$ мГр·м²/с, основная погрешность не более $\pm 5\%$.</p>	<p>Дозиметры рентгеновского излучения клинические ДРК модификации ДРК-1Э, рег. № в ФИФ ОЕИ 57369-14</p>

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 эксплуатационной 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 VacuDAP 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 VacuDAP 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 VacuDAP модификации VacuDAP standard не менее чем через 5 минут после включения в соответствии с п. 2.4.2 Функция «Test» руководства по эксплуатации. Результаты опробования дозиметра VacuDAP считают положительными, если функциональная проверка пройдена.

При опробовании работоспособность дозиметра VacuDAP модификации VacuDAP-OEM проверяют программным обеспечением рентгеновского аппарата, согласно пункту 3.5 Запуск функции TEST (Испытание), инструкции по установке интерфейса передачи данных системы измерения произведения дозы на площадь VacuDAP.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверка программного обеспечения средства измерений (далее по тексту – ПО) дозиметра VacuDAP заключается в проверке номера версии (идентификационного номера) ПО.

8.2 Проверку номера версии ПО проводят путем сравнения номера версии ПО с указанным в таблице 3. Номер версии ПО в модификации VacuDAP standard выводится на устройство индикации при включении прибора. Номер версии ПО в модификации VacuDAP-OEM выводится программным обеспечением рентгеновского аппарата, согласно пункту 2.3 «Обзор команд инструкции по установке интерфейса передачи данных системы измерения произведения дозы на площадь VacuDAP».

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	VacuDAP
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.XX
Примечание - Элемент в обозначении номера версии, замененный символом «X», отвечает за метрологически незначимую часть, X может принимать значения от 1 до 9.	

8.3 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

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 VacuDAP модификации VacuDAP standard 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 VacuDAP не менее 10 мм × 10 мм и не более 147 мм × 147 мм.

Примечание – Формирование поля рентгеновского излучения заданных размеров в месте расположения ионизационной камеры дозиметра VacuDAP 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 VacuDAP 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.

9.1.1.3 Центр чувствительной области ионизационной камеры дозиметра VacuDAP располагается на глубине 9 мм от входного окна камеры (геометрический центр камеры). Размер активной площади ионизационной камеры составляет от 10 мм × 10 мм до 147 мм × 147 мм.

9.1.1.4 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. Эталонное значение кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе необходимо умножить на поправочный коэффициент, учитывающий ослабление излучения ионизационной камерой. Для режима RQR5 поправочный коэффициент составляет 0,863.

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

Номер поверочной точки	Режим отображения	Произведение кермы в воздухе на площадь ($\dot{K}_0 \cdot A$), мкГр·м ²	Произведение мощности кермы в воздухе на площадь ($\dot{K}'_0 \cdot A$), мкГр·м ² /мин
1	High Resolution	от 10 до 50	от 10 до 50
2	High Rate	от 10000 до 50000	от 1000 до 5000

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

1) Измерения произведения мощности кермы в воздухе на площадь выполняют на режиме рентгеновского излучения, на котором проводят проверку, 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 VacuDAP по произведению мощности кермы в воздухе на площадь в первой точке измерений, мкГр·м²/мин.

2) Измерения повторяют на заданном режиме излучения, характеристики которого подбираются таким образом, чтобы показания дозиметра VacuDAP 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 VacuDAP по произведению мощности кермы в воздухе на площадь во второй точке измерений, мкГр·м²/мин.

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.

9.1.1.5 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/мин, контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения, и определяют их средние арифметические значения M и \dot{M}

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i, \quad (1)$$

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

где n – число измерений в поверочной точке.

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

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

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

9.1.1.7 Определяют границы неисклученной систематической погрешности результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь при доверительной вероятности $p = 0,95$

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

где Δ – максимальная относительная погрешность показаний дозиметра VacuDAP при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь

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

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/мин;

δ_0 – погрешность эталонного значения кермы (мощности кермы) в воздухе (из свидетельства об аттестации эталона или сведений о поверке средства измерений в ФИФ ОЕИ), %;

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

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

δ_m – погрешность метода поверки, %.

9.1.1.8 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра VacuDAP при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь вычисляют по формуле

$$\delta = Coef \cdot S_{\Sigma}, \quad \% \quad (7)$$

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 неисклученной систематической погрешностей.

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

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

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

где ε – доверительные границы случайной погрешности дозиметра VacuDAP при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь

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

где t_0 – коэффициент Стьюдента, который определяется в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов наблюдений ($t_0 = 2,778$ при доверительной вероятности $p = 0,95$ и числе измерений $n = 5$).

9.1.1.9 Дозиметр VacuDAP 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 $\pm 15\%$.

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 VacuDAP модификации VacuDAP-ОЕМ 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.

9.1.2.3 Определяют размер поля излучения в месте расположения камеры эталонного дозиметра с погрешностью не более $\pm 1,5\%$.

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 , м², из пропорции $A = A_0 \cdot d / d_0$, где $A_0 = L_0 \cdot W_0$ – площадь поля излучения на приемнике излучения, м².

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

9.1.2.5 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/мин. Снимают показания дозиметра VacuDAP при измерениях 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/мин. Измерения K'_{0i} , \dot{K}'_{0i} , M_i и \dot{M}_i повторяют не менее 5 раз и вычисляют их сред-

ние арифметические значения K'_0 , \dot{K}'_0 , M и \dot{M} по формулам, аналогичным (1), (2), контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения.

9.1.2.6 Оценивают средние квадратические отклонения результатов измерений произведения кермы в воздухе на площадь и произведения мощности кермы в воздухе на площадь дозиметра VacuDAP по формулам (3) и (4) соответственно.

9.1.2.7 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.

9.1.2.8 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

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

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

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

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

$$K_0 = K'_0 \cdot k_u \cdot k_{osl}, \quad (12)$$

$$\dot{K}_0 = \dot{K}'_0 \cdot k_u \cdot k_{osl}, \quad (13)$$

где k_{osl} – поправочный коэффициент, учитывающий ослабление излучения ионизационной камерой; значения коэффициента k_{osl} приведены в таблице 5.

9.1.2.10 Устанавливают минимально возможные для данного режима излучения время экспозиции и анодный ток и выполняют действия по п. 9.1.2.5–9.1.2.6. Рассчитывают эталонные значения кермы и мощности кермы в воздухе, усредненные по полю излучения, по формулам (12), (13).

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

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

где Δ – максимальная относительная погрешность показаний дозиметра VacuDAP 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 или сведений о поверке средства измерений в ФИФ ОЕИ), %;

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

δ_m – погрешность метода поверки.

9.1.2.12 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра VacuDAP при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь вычисляют по формуле (7).

9.1.2.13 Дозиметр VacuDAP 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 ± 15 %.

9.1.3 Определение основной относительной погрешности 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

9.1.3.1 Основную относительную погрешность дозиметра VacuDAP модификации VacuDAP-ОЕМ 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.

9.1.3.2 Ионизационную камеру эталонного измерителя устанавливают в центре поля излучения между коллиматором рентгеновской трубки и столом для пациента. При этом размер поля излучения не должен превышать размеры рабочей поверхности ионизационной камеры эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь.

Примечание – Допускается установка камеры эталонного измерителя на стол для пациента с использованием подставки из воздушноэквивалентного материала (например, пенополистирола).

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

9.1.3.4 Проводят облучение и снимают не менее пяти показаний произведения мощности кермы в воздухе на площадь ($K_0 \cdot A$)_i и произведения кермы в воздухе на площадь ($K_0 \cdot A$)_i эталонного измерителя и произведения мощности кермы в воздухе на площадь \dot{M}_i и произведения кермы в воздухе на площадь M_i поверяемого дозиметра. Вычисляют их средние арифметические значения по формулам, аналогичным (1), (2). Эталонное значение произведения кермы в воздухе на площадь и произведение мощности кермы в воздухе на площадь необходимо умножить на поправочный коэффициент, учитывающий ослабление излучения ионизационной камерой. Значения коэффициента приведены в таблице 5.

9.1.3.5 На режимах излучения с напряжением генерирования, отличающимся от 70 кВ, показания эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь должны быть скорректированы на коэффициент, учитывающий энергетическую зависимость его чувствительности (из свидетельства об аттестации эталона или сведений о поверке средства измерений в ФИФ ОЕИ).

9.1.3.6 Устанавливают минимально возможные для данного режима излучения время экспозиции и анодный ток и выполняют действия по п. 9.1.3.4–9.1.3.5.

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

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

где Δ - максимальная относительная погрешность показаний дозиметра VacuDAP 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 произведения кермы (мощности кермы) в воздухе на площадь (из свидетельства об аттестации эталона или сведений о поверке средства измерений в ФИФ ОЕИ), %;

δ_m – погрешность метода поверки.

9.1.3.8 Доверительные границы основной относительной погрешности дозиметра VacuDAP при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или произведения мощности кермы в воздухе на площадь вычисляют по формуле (7).

9.1.3.9 Дозиметр VacuDAP 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 ± 15 %.

9.2 Определение энергетической зависимости

9.2.1 Определение энергетической зависимости на эталонной установке

9.2.1.1 Энергетическую зависимость дозиметра VacuDAP модификации VacuDAP standard определяют на режимах рентгеновского излучения серии RQR по ГОСТ Р МЭК

61267-2001 при размерах поля рентгеновского излучения в месте расположения ионизационной камеры VacuDAP не менее 10 мм × 10 мм и не более 147 мм × 147 мм.

9.2.1.2 При определении энергетической зависимости дозиметр VacuDAP располагают как указано в п. 9.1.1.2.

9.2.1.3 Энергетическую зависимость дозиметра VacuDAP 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 10 до 250 мкГр·м²/мин.

9.2.1.4 На каждом *j*-ом режиме рентгеновского излучения выполняют не менее трех измерений произведения кермы в воздухе на площадь за одно и то же время, контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения, и вычисляют его среднее арифметическое значение по формуле (1), $M_j^{(K \cdot A)}$, в мкГр·м².

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

$$k_{ej} = \frac{M_j^{(K \cdot A)}}{(K_0 \cdot A)_j \cdot k_{osl}}, \quad (16)$$

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

k_{osl} – поправочный коэффициент, учитывающий ослабление излучения ионизационной камерой. Значения коэффициента k_{osl} представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Значения коэффициента в зависимости от режима рентгеновского излучения

Код режима	Напряжение генерирования, кВ	Слой половинного ослабления, мм Al	k_{osl}
RQR2	40	1,404	0,834
RQR3	50	1,735	0,848
RQR4	60	2,030	0,856
RQR5	70	2,368	0,863
RQR6	80	2,682	0,868
RQR7	90	2,870	0,871
RQR8	100	3,191	0,876
RQR9	120	3,910	0,882
RQR10	150	5,122	0,890

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

$$\delta_{ej} = \frac{k_{ej} - k_{e0}}{k_{e0}} \cdot 100, \%, \quad (17)$$

где k_{e0} – коэффициент чувствительности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь или кермы в воздухе для режима RQR5.

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

$$C_j = \frac{1}{k_{ej}} \quad (18)$$

Полученные значения поправочных множителей приводят в протоколе поверки.

9.2.1.8 Дозиметр VacuDAP считается прошедшим проверку с положительным результатом, если полученные значения энергетической зависимости при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь находятся в диапазоне от минус 15 % до 2 %.

9.2.2 Определение энергетической зависимости с использованием эталонного дозиметра

9.2.2.1 Энергетическую зависимость дозиметра VacuDAP модификации VacuDAP-OEM определяют в полях рентгеновского излучения при напряжениях генерирования от 40 до 150 кВ.

9.2.2.2 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 (от 3 до 5 режимов с разными напряжениями генерирования).

9.2.2.3 Ионизационную камеру эталонного дозиметра располагают как указано в п. 9.1.2.2.

9.2.2.4 Измерения проводят при площади поля излучения A в м^2 , определенной по п. 9.1.2.3.

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

9.2.2.6 На каждом j -ом режиме рентгеновского излучения выполняют не менее трех измерений произведения кермы в воздухе на площадь за одно и то же время, контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения, и вычисляют его среднее арифметическое значение по формуле (1), $M_j^{(K-A)}$ в $\text{мкГр}\cdot\text{м}^2$.

9.2.2.7 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 .

9.2.2.8 Для каждого режима рентгеновского излучения определяют коэффициенты чувствительности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь по формуле (16).

9.2.2.9 Энергетическую зависимость при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь определяют по формуле (17).

9.2.2.10 Для каждого режима излучения рассчитывают поправочные множители, зависящие от энергии излучения по формуле (18).

9.2.2.11 Полученные значения поправочных множителей приводят в протоколе первичной поверки.

9.2.2.12 Дозиметр VacuDAP считается прошедшим проверку с положительным результатом, если полученные значения энергетической зависимости при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь находятся в диапазоне от минус 15 % до 2 %.

9.2.3 Определение энергетической зависимости с использованием эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь

9.2.3.1 Энергетическую зависимость дозиметра VacuDAP модификации VacuDAP-ОЕМ определяют в полях рентгеновского излучения при напряжениях генерирования от 50 до 150 кВ.

9.2.3.2 Измерения проводят на режимах излучения с напряжениями генерирования 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 (от 3 до 5 режимов с разными напряжениями генерирования).

9.2.3.3 Ионизационную камеру эталонного дозиметра располагают как указано в п. 9.1.3.2.

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

9.2.3.5 На каждом j -ом режиме рентгеновского излучения выполняют не менее трех измерений произведения кермы в воздухе на площадь за одно и то же время эталонным (K_0A) и поверяемым $M_j^{(K-A)}$ дозиметром, контролируя воспроизводимость поля рентгеновского излучения, и вычисляют его среднее арифметическое значение по формуле (1).

9.2.3.6 Показания эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь должны быть скорректированы на коэффициент, учитывающий энергетическую зависимость его чувствительности (из свидетельства об аттестации эталона или сведений о поверке средства измерений в ФИФ ОЕИ).

9.2.3.7 Для каждого режима рентгеновского излучения определяют коэффициенты чувствительности при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь по формуле (16).

9.2.3.8 Энергетическую зависимость при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь определяют по формуле (17).

9.2.3.9 Для каждого режима излучения рассчитывают поправочные множители, зависящие от энергии излучения по формуле (18).

9.2.3.10 Полученные значения поправочных множителей приводят в протоколе первичной поверки.

9.2.3.11 Дозиметр VacuDAP считается прошедшим проверку с положительным результатом, если полученные значения энергетической зависимости при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь находятся в диапазоне от минус 15 % до 2 %.

9.3 Дозиметр VacuDAP признают соответствующим метрологическим требованиям, если операции по п.п. 9.1–9.2 выполнены с положительными результатами.

Дозиметр VacuDAP признают не соответствующим метрологическим требованиям, если хотя бы одна из операций по п.п. 9.1–9.2 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 передаются 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 и идентификационные данные ПО дозиметра.

При проведении первичной поверки дополнительно указываются 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
(обязательное)

Метрологические требования к дозиметрам клиническим для контроля радиологических процедур VacuDAР

Метрологические требования к дозиметрам клиническим для контроля радиологических процедур VacuDAР, проверяемые при поверке, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования к дозиметрам рентгеновского излучения VacuDAР, проверяемые при поверке

Наименование	Значение
Диапазон измерений произведения кермы в воздухе на площадь, мкГр·м ²	от 0,1 до 99 999 999
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений произведения кермы в воздухе на площадь на режиме RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001, %	±15
Диапазон измерений произведения мощности кермы в воздухе на площадь, мкГр·м ² /мин	от 6,0 до 2 200 000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений произведения мощности кермы в воздухе на площадь на режиме RQR5 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001, %	±15
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), %	от - 15 до + 2

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от _____ г.

Наименование средства измерений, тип	Дозиметр клинический для контроля радиологических процедур VacuDAP модификации _____
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений	
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 по обеспечению единства измерений	Метрологические характеристики	Примечание

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25	
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	
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 поверки: *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
VacuDAP		1.XX	

Результаты подтверждения сохранности ПО *положительные (отрицательные)*.

4 Определение метрологических характеристик

Примечание - В подразделе 4.1 следует выбрать таблицы, соответствующие применяемому методу поверки: на эталонной дозиметрической установке, если дозиметр VacuDAP не установлен на месте эксплуатации, или с использованием эталонного дозиметра или эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь, если дозиметр VacuDAP 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, мкГр·м 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, мкГр·м 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											

Таблица 1.3 – Основная относительная погрешность при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь с использованием эталонного измерителя произведения дозы (кермы в воздухе) на площадь

Номер поверочной точки	Показания, мкГр·м ²					Среднее арифметическое значение показаний, мкГр·м ²	$(K \cdot A)_0$, 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, 1.2, 1.3.

Основная относительная погрешность при измерениях произведения кермы в воздухе на площадь составляет ___ %, что не превышает (превышает) установленные пределы: ±15 %.

Основная относительная погрешность при измерениях произведения мощности кермы в воздухе на площадь составляет ___ %, что не превышает (превышает) установленные пределы: ±15 %.

4.2 Определение энергетической зависимости

Таблица 2.1 – Энергетическая зависимость при измерениях произведения мощности кермы в воздухе на площадь

Код режима излучения	Показания, мкГр·м ²			Среднее арифметическое значение показаний, мкГр·м ²	$(K \cdot A)_{0j}$, мкГр·м ²	k_{gj}	δ_{gj} , %	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 от минус 15 до 2 %.

Энергетическая зависимость при измерениях мощности кермы в воздухе составляет от ___ до ___ %, что *не превышает (превышает)* установленные пределы от минус 15 до 2 %.

Заключение:

Дозиметр клинический для контроля радиологических процедур VacuDAP _____ в составе ионизационной камеры _____, устройства индикации _____, *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.