

**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

«12» мая 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки поверочные рентгеновского излучения УПР-АТ300

Методика поверки

МП 2103-002-2026

**И.о. руководителя отдела измерений
ионизирующих излучений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

Г.В. Жуков

**И.о. руководителя лаборатории
Д.С. Гришин**

**г. Санкт-Петербург
2026 г.**

Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки	4
3	Требования к условиям проведения поверки.....	5
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	6
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	7
7	Внешний осмотр средства измерений	7
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	8
9	Проверка программного обеспечения средства измерений	8
10	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11
10.1	Определение геометрических размеров равномерного поля рентгеновского излучения	11
10.2	Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения	12
10.3	Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении кермы в воздухе рентгеновского излучения	13
10.4	Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения	15
10.5	Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения	17
10.6	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	17
11	Оформление результатов поверки	18
	Приложение А.....	19

1 Общие положения

Настоящая методика поверки (далее – МП) применяется для поверки установок поверочных рентгеновского излучения УПР-АТ300 (далее – установки), предназначенных для хранения и передачи единиц кермы в воздухе и мощности кермы в воздухе, амбиентного эквивалента дозы и мощности амбиентного эквивалента дозы, индивидуального эквивалента дозы и мощности индивидуального эквивалента дозы, направленного эквивалента дозы и мощности направленного эквивалента дозы рентгеновского излучения рабочим эталонам низшего разряда и средствам измерений при поверке, калибровке и испытаниях.

Установки применяются в качестве рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2314 от 31 декабря 2020 г. (далее – ГПС).

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования к средству измерений

Наименование характеристики	Значение		
	УПР-АТ300/1	УПР-АТ300/2	УПР-АТ300/3
Диапазон измерений мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения	от $2,0 \cdot 10^{-8}$ до $1,5 \cdot 10^{-2}$ Гр/с	от $3,5 \cdot 10^{-8}$ до $1,5 \cdot 10^{-2}$ Гр/с	от $2,0 \cdot 10^{-8}$ до $2,0 \cdot 10^{-2}$ Гр/с
Диапазон измерений мощности амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения	от $2,7 \cdot 10^{-8}$ до $3,2 \cdot 10^{-3}$ Зв/с	от $5,3 \cdot 10^{-8}$ до $3,2 \cdot 10^{-3}$ Зв/с	от $2,7 \cdot 10^{-8}$ до $3,2 \cdot 10^{-3}$ Зв/с
Диапазон измерений кермы в воздухе рентгеновского излучения	от $2,5 \cdot 10^{-7}$ до 15 Гр	от $3,5 \cdot 10^{-7}$ до 15 Гр	от $2,5 \cdot 10^{-7}$ до 20 Гр
Диапазон измерений амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения	от $3,3 \cdot 10^{-7}$ до 3,2 Зв	от $5,2 \cdot 10^{-7}$ до 3,2 Зв	от $3,3 \cdot 10^{-7}$ до 3,2 Зв
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе, кермы в воздухе рентгеновского излучения	$\pm 3,0 \%$	$\pm 3,0 \%$	$\pm 3,0 \%$
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении мощности амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы, амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения	$\pm 5,0 \%$	$\pm 5,0 \%$	$\pm 5,0 \%$
Неравномерность поля рентгеновского излучения на расстоянии 100 см от фокусного пятна рентгеновской трубки	$\pm 3,0 \%$ (диаметр 120 мм)	$\pm 3,0 \%$ (диаметр 120 мм)	$\pm 3,0 \%$ (диаметр 120 мм)

Наименование характеристики	Значение		
	УПР-АТ300/1	УПР-АТ300/2	УПР-АТ300/3
Неравномерность поля рентгеновского излучения на расстоянии 250 см от фокусного пятна рентгеновской трубки	$\pm 3,0 \%$ (диаметр 300 мм)	$\pm 3,0 \%$ (диаметр 300 мм)	$\pm 3,0 \%$ (диаметр 300 мм)
Примечание – См. Таблицу 3 Описания типа.			

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых установок 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 ГПС.

Настоящей МП предусмотрена возможность проведения периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин и (или) на меньшем числе поддиапазонов измерений (далее – поверка в сокращенном объеме). Число поддиапазонов измерений определяется применяемыми режимами рентгеновского излучения.

Настоящей МП не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава установки.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод сличения при помощи компаратора или метод прямых измерений.

Настоящая МП устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России от 28 августа 2020 г. № 2907 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений» и с учетом положений ГОСТ 8.087-2000 «Государственная система обеспечения единства измерений. Установки дозиметрические рентгеновского и гамма-излучений эталонные. Методика поверки по мощности экспозиционной дозы и мощности кермы в воздухе».

Примечание – При пользовании настоящей МП 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 МП 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.

2 Перечень операций поверки

2.1 Для поверки установок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции при проведении поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) МП, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) МП, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			
Определение геометрических размеров равномерного поля рентгеновского излучения	Да	Да	10.1
Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения*	Да	Да	10.2
Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении кермы в воздухе рентгеновского излучения*	Да	Да	10.3
Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения*	Да	Да	10.4
Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения*	Да	Да	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.6
* Рабочий диапазон измерений определяется при первичной поверке. Информацию о рабочем диапазоне измерений заносят в руководство по эксплуатации (далее – РЭ) (Приложение В).			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86,0 до 106,7;
- фон гамма-излучения, мкЗв/ч не более 0,20.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области дозиметрии ионизирующих излучений, изучившие РЭ и допущенные к поверке средств измерений в установленном порядке. Техническое обслуживание и обеспечение работоспособности поверяемой установки выполняет штатный сотрудник организации – пользователя установки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться эталоны и средства измерений, требования к которым указаны в таблице 3.

5.2 Все эталоны и средства измерений должны быть исправны и иметь действующие свидетельства об аттестации и действующие записи о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Таблица 3 – Требования к эталонам и средствам измерений, применяемым при поверке

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.3	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С, абсолютная погрешность не более 0,2 °С	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86,0 до 106,7 кПа, абсолютная погрешность не более 0,3 кПа	
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, абсолютная погрешность не более 3,0 %	
	Средства измерений мощности амбиентного эквивалента дозы в диапазоне от 0,1 до 100 мкЗв/ч, относительная погрешность не более 15 %	Дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1121, ДКС-АТ1123, рег. №№ 19793-00, 19793-09, 19793-14, 19793-19
10.1	Средства измерений длины в диапазоне от 1 до 1000 мм с ценой деления 1 мм	Линейка металлическая по ГОСТ 427-75
10.2-10.5	Вторичный эталон единиц кермы в воздухе, экспозиционной дозы, амбиентного, индивидуального, направленного эквивалентов дозы и их мощностей рентгеновского излучения по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 31 декабря 2020 г. № 2314 – установки дозиметрические с диапазоном напряжений от 5 до 300 кВ.	Государственный первичный эталон единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений ГЭТ 8-2019

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Диапазон измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – мощности кермы в воздухе от $1 \cdot 10^{-7}$ до $2 \cdot 10^{-2}$ Гр/с; – кермы в воздухе от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 Гр. <p>Суммарная погрешность S_{Σ} не более 1,2 %.</p> <p>Диапазон измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> – мощности амбиентного, направленного, индивидуального эквивалентов дозы от $1 \cdot 10^{-7}$ до $2 \cdot 10^{-2}$ Зв/с; – амбиентного, направленного, индивидуального эквивалентов дозы от $1 \cdot 10^{-6}$ до 10 Зв. <p>Суммарная погрешность S_{Σ} не более 2,5 %</p>	
10.1-10.5	<p>Средства измерений интервала времени с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений в режиме секундомера в нормальных условиях эксплуатации $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$</p> <p>$\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$ с, где T_x – значение измеренного интервала времени, с</p>	<p>Секундомер электронный «Интеграл С-01», рег. №№ 44154-10, 44154-16, 44154-20, 44154-25</p>
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)», СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденными приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н, действующими инструкциями 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 предприятии.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида средства измерений требованиям описания типа;
- наличие РЭ на поверяемую установку;
- соответствие комплектности поверяемой установки требованиям РЭ в объеме, необходимом для проведения поверки;

- наличие санитарно-эпидемиологического заключения на право работы с источниками ионизирующих излучений, выданного службой Государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- наличие действующей записи о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (при периодической поверке);
- отсутствие в поле излучения установки посторонних предметов, которые могут влиять на результаты измерений;
- отсутствие повреждений установки, влияющих на ее метрологические характеристики;
- наличие и сохранность пломб и маркировки.

7.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если подтверждаются все требования, указанные в разделе 7.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией на установку и средства поверки.

8.2 Установка и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

8.3 Выполняют контроль условий окружающей среды на соответствие требованиям раздела 3.

8.4 Проводят проверку работоспособности установки в соответствии с требованиями РЭ (3.1.3-3.1.5), в том числе функционирования рабочих элементов установки, необходимых при поверке.

8.5 Результаты опробования считают положительными, если функционируют все рабочие элементы установки и выполняются требования РЭ (3.1.3-3.1.5).

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО) установки состоит из подтверждения защиты встроенного ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений, а также проверки идентификационных данных встроенного и внешнего ПО.

9.2 Подтверждением защиты встроенного ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений является целостность пломб на контроллерах блоков управления и корпусах пультов управления, ограничивающих доступ к ПО (см. рисунки 1-4).

9.3 Идентификационные данные встроенного ПО указаны на контроллерах блоков управления и корпусах пультов управления на этикетках под пломбами: наименование программы указано после слова «Firmware:», номер версии программы указан после слова «Ver.:».

9.4 Проверка идентификационных данных внешнего ПО состоит из проверки цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого файла) и проверки наименования и номера версии (идентификационный номер) (см. рисунок 5).

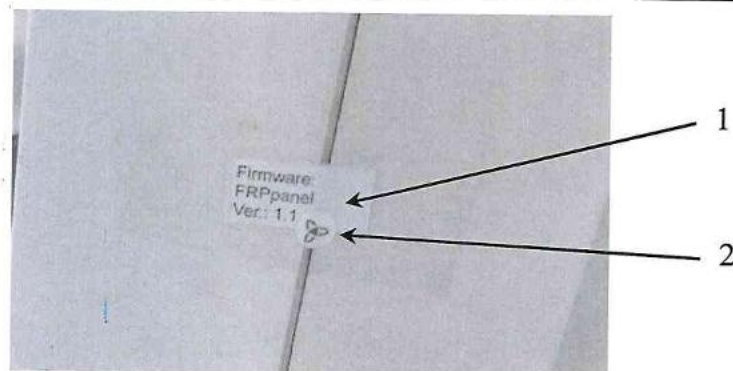
Проверку цифрового идентификатора внешнего ПО проводят вычислением контрольной суммы исполняемого файла UPRMES.exe по методу MD5 с помощью стандартной программы MD5 File Checker (либо аналогичной).

Наименование и номер версии внешнего ПО отображается в главном меню («Программа»→«О программе»).

9.5 Идентификационные данные метрологически значимого ПО приведены в таблице 4.

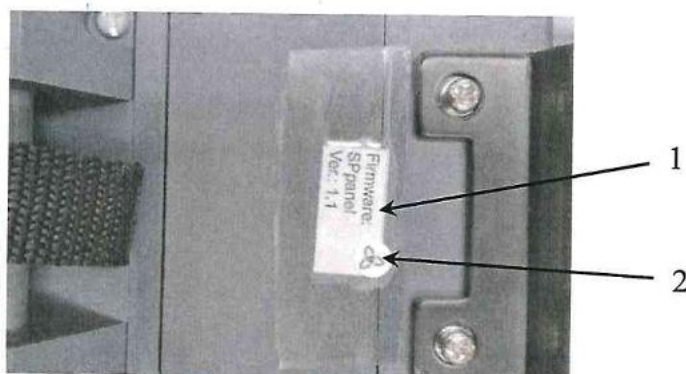
Таблица 4 – Идентификационные данные метрологически значимого ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Встроенное ПО	
Наименование ПО	Программа контроллера ФРП-АТ300
Идентификационное наименование ПО	FRPcontroller
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.x
Наименование ПО	Программа контроллера СП
Идентификационное наименование ПО	SPcontroller
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.x
Наименование ПО	Программа панели оператора ФРП-АТ300
Идентификационное наименование ПО	FRPpanel
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.x
Наименование ПО	Программа панели оператора СП
Идентификационное наименование ПО	SPpanel
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.x
Внешнее ПО	
Наименование ПО	UPR Measurement
Идентификационное наименование ПО	UPRMES.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.x.y.z
Примечания:	
1. Элементы в обозначении номеров версий, замененные символами «х», «у» и «z», отвечают за метрологически незначимую часть и могут принимать значения: х от 0 до 99, у от 0 до 999, z от 0 до 9999.	
2. Идентификационные данные метрологически значимого ПО приведены в разделе «Особые отметки» руководства по эксплуатации.	



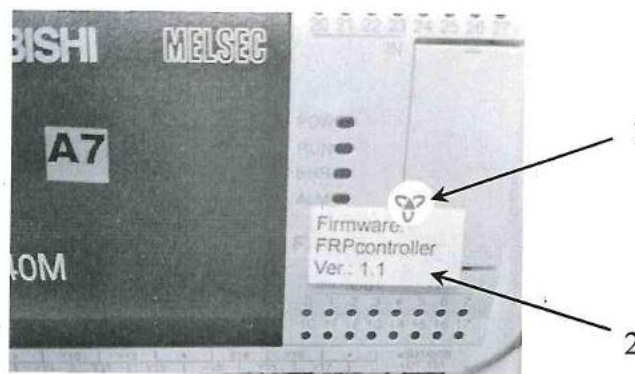
1 – этикетка; 2 – пломба.

Рисунок 1 – Пломба на пульте управления ФРП-АТ300



1 – этикетка; 2 – пломба.

Рисунок 2 – Пломба на пульте управления СП



1 – пломба; 2 – этикетка.

Рисунок 3 – Пломба на контроллере блока управления ФРП-АТ300



1 – пломба; 2 – этикетка.

Рисунок 4 – Пломба на контроллере блока управления СП

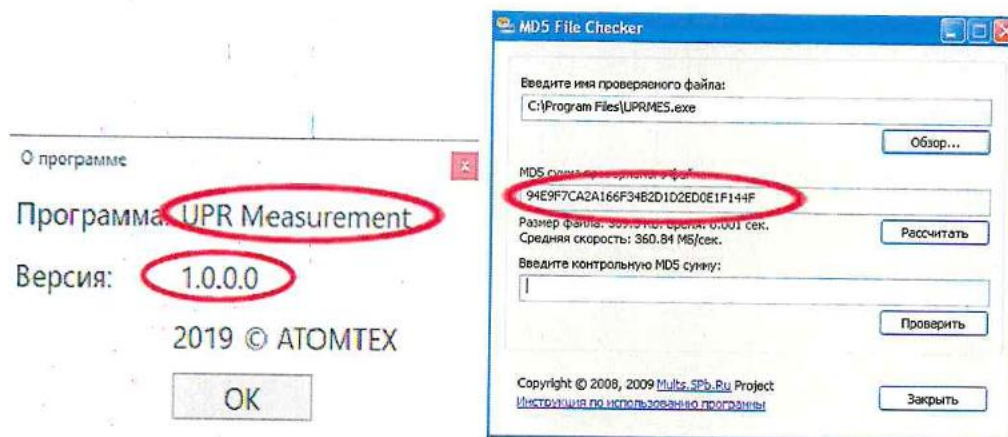


Рисунок 5 – Отображение идентификационных данных ПО UPR Measurement

9.6 Сравнивают полученные идентификационные данные ПО со значениями, приведенными в разделе «Особые отметки» РЭ, и с информацией, указанной в описании типа.

9.7 Определенные при первичной поверке идентификационные данные указывают в протоколе поверки. Соответствие при периодической поверке подтверждается сравнением полученных идентификационных данных с данными, указанными в протоколе предыдущей поверки, описании типа и в РЭ «Особые отметки».

9.8 Результаты проверки ПО считают положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в разделе «Особые отметки» РЭ, и информации, указанной в описании типа.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение геометрических размеров равномерного поля рентгеновского излучения

10.1.1 Устанавливают компаратор на основе полостных ионизационных камер из состава вторичного эталона (далее – камера-компаратор) на рабочий стол с использованием держателя из состава установки на расстоянии 100 см от фокусного пятна рентгеновской трубки таким образом, чтобы центральная ось пучка рентгеновского излучения проходила через геометрический центр камеры-компаратора.

Примечания

1 Для точного позиционирования рекомендуется использовать заводские отметки на камере-компараторе. При наличии колпачка на камере-компараторе его необходимо снять после выполнения позиционирования.

2 Тип используемой камеры-компаратора выбирают в зависимости от диапазона измерений мощности кермы в воздухе и диапазона энергий фотонов.

10.1.2 Устанавливают фильтр, соответствующий режиму излучения с эффективной энергией в диапазоне от 20 до 50 кэВ в соответствии с РЭ (приложение В).

10.1.3 Устанавливают напряжение, соответствующее режиму излучения, и значение анодного тока в диапазоне от 0,7 до 0,9 от максимального для данного напряжения с помощью пульта управления рентгеновского аппарата.

10.1.4 Включают рентгеновское излучение и открывают заслонку облучателя ФРП. Измеряют мощность кермы в воздухе с помощью камеры-компаратора $\dot{K}_{a_{00}}$ и мощность кермы в воздухе с помощью установки $\dot{K}_{a_{упр0}}$.

10.1.5 Выключают рентгеновское излучение и закрывают заслонку облучателя ФРП.

10.1.6 Рассчитывают отношение измеренных мощностей кермы в воздухе k_0 по формуле

$$k_0 = \frac{\dot{K}_{a_{00}}}{\dot{K}_{a_{упр0}}}. \quad (1)$$

10.1.7 Выполняют операции по 10.1.4-10.1.6 не менее 5 раз и рассчитывают среднее арифметическое отношений измеренных мощностей кермы в воздухе $\bar{k}_0$.

10.1.8 Смещают камеру-компаратор в плоскости, перпендикулярной оси пучка рентгеновского излучения, на 6 см влево. Смещение камеры-компаратора контролируют с помощью линейки.

10.1.9 Выполняют операции по 10.1.4-10.1.6 и рассчитывают отношение измеренных мощностей кермы в воздухе k_i по формуле

$$k_i = \frac{\dot{K}_{a_{0i}}}{\dot{K}_{a_{упрi}}}. \quad (2)$$

10.1.10 Выполняют операции по 10.1.9 не менее 5 раз и рассчитывают среднее арифметическое отношений измеренных мощностей кермы в воздухе $\bar{k}_i$.

10.1.11 Рассчитывают неравномерность поля рентгеновского излучения α_i , %, по формуле

$$\alpha_i = \frac{\bar{k}_i - \bar{k}_0}{\bar{k}_0} \cdot 100. \quad (3)$$

10.1.12 Выполняют операции по 10.1.8-10.1.11 для смещений камеры-компаратора на 6 см вправо, на 6 см вверх и на 6 см вниз относительно геометрического центра поля рентгеновского излучения.

10.1.13 Устанавливают камеру-компаратор на рабочий стол с использованием держателя из состава установки на расстоянии 250 см от фокусного пятна рентгеновской трубки таким образом, чтобы центральная ось пучка рентгеновского излучения проходила через геометрический центр камеры-компаратора.

10.1.14 Выполняют операции по 10.1.3-10.1.12 для смещений камеры-компаратора на 15 см влево, на 15 см вправо, на 15 см вверх и на 15 см вниз относительно геометрического центра поля рентгеновского излучения.

10.1.15 Выполняют операции по 10.1.1-10.1.14 для режима излучения с эффективной энергией в диапазоне от 90 до 150 кэВ.

10.1.16 Результаты операции поверки считают положительными, а поле рентгеновского излучения считается равномерным, если при диаметре поля 120 мм на расстоянии 100 см от фокусного пятна рентгеновской трубки и при диаметре поля 300 мм на расстоянии 250 см от фокусного пятна рентгеновской трубки значения α_i не превышают $\pm 3\%$.

10.2 Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения

10.2.1 Допускается проведение периодической поверки в сокращенном объеме для меньшего числа измеряемых величин и применяемых режимов рентгеновского излучения на основании заявления Заказчика.

10.2.2 Устанавливают камеру-компаратор на рабочий стол с использованием держателя из состава установки на расстоянии 100 см от фокусного пятна рентгеновской трубки таким образом, чтобы центральная ось пучка рентгеновского излучения проходила через геометрический центр камеры-компаратора.

Примечания

1 Для точного позиционирования рекомендуется использовать заводские отметки на камере-компараторе. При наличии колпачка на камере-компараторе его необходимо снять после выполнения позиционирования.

2 Тип используемой камеры-компаратора выбирают в зависимости от диапазона измерений мощности кермы в воздухе и диапазона энергий фотонов.

10.2.3 Устанавливают фильтр, соответствующий проверяемому режиму излучения в соответствии с РЭ (приложение В).

10.2.4 Включают рентгеновское излучение последовательно с минимальным и максимальным значениями анодного тока для данного режима излучения при первичной поверке, а также 0,4–0,7 от ее максимального значения данной контрольной точки для данного режима излучения при периодической поверке в соответствии с РЭ (приложение В).

10.2.5 Измеряют мощность кермы в воздухе с помощью камеры-компаратора $\dot{K}_{a_{0i}}$ и установки $\dot{K}_{a_{упрi}}$. Количество измерений выбирают таким, чтобы обеспечить среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений не более 0,75 %, но не менее 10.

10.2.6 Вычисляют средние арифметические измеренных значений мощности кермы в воздухе $\bar{K}_{a_0}$ и $\bar{K}_{a_{упр}}$ по формулам

$$\bar{K}_{a_0} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \dot{K}_{a_{0i}}, \quad (4)$$

$$\bar{K}_{a_{упр}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \dot{K}_{a_{упрi}}, \quad (5)$$

где $\bar{K}_{a_0}$ – среднее арифметическое значений мощности кермы в воздухе, измеренных камерой-компаратором, Гр/с;

$\bar{K}_{a_{упр}}$ – среднее арифметическое значений мощности кермы в воздухе, измеренных установкой, Гр/с;

n – количество измерений.

10.2.7 Определяют доверительные границы относительной погрешности установки при измерении мощности кермы в воздухе δ_i (без учета знака), %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\delta_i = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_{\dot{K}a_i} + \sqrt{\sum \frac{\Theta_j^2}{3}}} \cdot \sqrt{S_{\dot{K}a_i}^2 + \sum \frac{\Theta_j^2}{3}}, \quad (6)$$

где ε – доверительные границы случайной погрешности измерения мощности кермы в воздухе при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, $\varepsilon = t_p \cdot S_{\dot{K}a_i}$;

t_p – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n ($t_p = 2,262$ при $n=10$);

$S_{\dot{K}a_i}$ – суммарное значение СКО результатов измерений мощности кермы в воздухе, %, вычисляемое по формуле

$$S_{\dot{K}a_i} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{100}{\bar{K}a_{ypp}} \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{n=1}^m (\dot{K}a_{yppi} - \bar{K}a_{ypp})^2} \right)^2}; \quad (7)$$

Θ_{Σ} – границы неисключенной систематической погрешности измерения мощности кермы в воздухе, %, $\Theta_{\Sigma} = k \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^m \Theta_j^2 + \left(\frac{\bar{K}a_{ypp} - \bar{K}a_0}{\bar{K}a_0} \right)^2}$ ($k=1,1$ при $P = 0,95$);

Θ_j – j -я составляющая систематической погрешности измерения, %, вычисляемая по формуле

$$\sum_{j=1}^m \Theta_j^2 = \Theta_0^2 + \Theta_R^2 + \delta_0^2, \quad (8)$$

где Θ_0 – погрешность эталона, с помощью которого проводится поверка (из паспорта на эталон), %;

Θ_R – погрешность определения расстояния от выходной втулки облучателя ФРП до опорной поверхности рабочего стола, равная 0,2 %;

δ_0 – погрешность метода передачи размера единицы, %.

10.2.8 Выполняют операции 10.2.2-10.2.7 для каждого применяемого на данной установке режима излучения в каждой калибровочной точке, указанной в РЭ (приложение Д).

10.2.9 Находят минимальное $\bar{K}a_{ypp \min}$ и максимальное $\bar{K}a_{ypp \max}$ значения мощности кермы в воздухе, измеренные установкой. Находят максимальное значение доверительных границ относительной погрешности установки при измерении мощности кермы в воздухе $\delta_{\max}$.

10.2.10 Результаты операции поверки считают положительными, если значения $\bar{K}a_{ypp \min}$ и $\bar{K}a_{ypp \max}$ находятся в границах рабочего диапазона измерений мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения, указанного в РЭ, а значение $\delta_{\max}$ не превышает ± 3 %.

10.3 Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении кермы в воздухе рентгеновского излучения

10.3.1 Допускается проведение периодической поверки в сокращенном объеме для меньшего числа измеряемых величин и применяемых режимов рентгеновского излучения на основании заявления Заказчика.

10.3.2 Устанавливают фильтр, соответствующий режиму излучения с максимальной мощностью кермы в воздухе, в соответствии с РЭ (приложение В).

10.3.3 Устанавливают камеру-компаратор на рабочий стол с использованием держателя из состава установки на минимальном для данного режима излучения расстоянии от фокусного пятна рентгеновской трубки таким образом, чтобы центральная ось пучка рентгеновского излучения проходила через геометрический центр камеры-компаратора.

Примечания

1 Для точного позиционирования рекомендуется использовать заводские отметки на камере-компараторе. При наличии колпачка на камере-компараторе его необходимо снять после выполнения позиционирования.

2 Тип используемой камеры-компаратора выбирают в зависимости от диапазона измерений мощности кермы в воздухе и диапазона энергий фотонов.

10.3.4 Задают значение кермы в воздухе, равное значению верхней границы рабочего диапазона измерений, указанного в РЭ.

10.3.5 Включают рентгеновское излучение и измеряют керму в воздухе с помощью камеры-компаратора K_{a_0i} и установки $K_{a_{упп}i}$.

10.3.6 Выполняют операции по 10.3.4-10.3.5 столько раз, чтобы обеспечить СКО результатов измерений не более 0,75 %, но не менее 10 раз.

10.3.7 Вычисляют средние арифметические измеренных значений кермы в воздухе $\bar{K}_{a_0}$ и $\bar{K}_{a_{упп}}$ по формулам

$$\bar{K}_{a_0} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n K_{a_0i}, \quad (9)$$

$$\bar{K}_{a_{упп}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n K_{a_{упп}i}, \quad (10)$$

где $\bar{K}_{a_0}$ – среднее арифметическое значений кермы в воздухе, измеренных камерой-компаратором, Гр;

$\bar{K}_{a_{упп}}$ – среднее арифметическое значений кермы в воздухе, измеренных установкой, Гр;

n – количество измерений.

10.3.8 Определяют доверительные границы относительной погрешности установки при измерении кермы в воздухе δ_i (без учета знака), %, по 10.2.7.

10.3.9 Устанавливают фильтр, соответствующий режиму излучения с минимальной мощностью кермы в воздухе, в соответствии с РЭ (приложение В).

10.3.10 Устанавливают камеру-компаратор на рабочий стол с использованием держателя из состава установки на максимальном для данного режима излучения расстоянии от фокусного пятна рентгеновской трубки таким образом, чтобы центральная ось пучка рентгеновского излучения проходила через геометрический центр камеры-компаратора.

Примечания

1 Для точного позиционирования рекомендуется использовать заводские отметки на камере-компараторе. При наличии колпачка на камере-компараторе его необходимо снять после выполнения позиционирования.

2 Тип используемой камеры-компаратора выбирают в зависимости от диапазона измерений мощности кермы в воздухе и диапазона энергий фотонов.

10.3.11 Задают значение кермы в воздухе, равное значению нижней границы рабочего диапазона измерений, указанного в РЭ.

10.3.12 Выполняют операции по 10.3.5-10.3.8.

10.3.13 Находят минимальное $\bar{K}_{a_{упп}min}$ и максимальное $\bar{K}_{a_{упп}max}$ значения кермы в воздухе, измеренные установкой. Находят максимальное значение доверительных границ относительной погрешности установки при измерении кермы в воздухе δ_{max} .

10.3.14 Результаты операции поверки считают положительными, если значения $\bar{K}a_{УП\min}$ и $\bar{K}a_{УП\max}$ находятся в границах рабочего диапазона измерений кермы в воздухе рентгеновского излучения, указанного в РЭ, а значение $\delta_{\max}$ не превышает $\pm 3\%$.

10.4 Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения

10.4.1 Допускается проведение периодической поверки в сокращенном объеме для меньшего числа измеряемых величин и применяемых режимов рентгеновского излучения на основании заявления Заказчика.

10.4.2 Проверку рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения проводят расчетным методом.

10.4.3 Переход от единицы кермы (мощности кермы) в воздухе к единицам амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы (мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы) рентгеновского излучения осуществляют по формуле

$$H_x(d) = h_x(d) \cdot K_a, \quad (11)$$

где $H_x(d)$ – операционная единица ($\dot{H}_p(10)$, $\dot{H}_p(3)$, $\dot{H}_p(0,07)$, $\dot{H}'(3)$, $\dot{H}'(0,07)$, $\dot{H}^*(10)$ или $H_p(10)$, $H_p(3)$, $H_p(0,07)$, $H'(3)$, $H'(0,07)$, $H^*(10)$), Зв/с или Зв;

K_a – керма (мощность кермы) в воздухе, Гр (Гр/с);

$h_x(d)$ – соответствующий коэффициент преобразования кермы (мощности кермы) в воздухе в амбиентный, индивидуальный и направленный эквиваленты дозы (мощность амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы) ($h_K^*(10)$, $h_{pK}(10)$, $h_{pK}(3)$, $h_{pK}(0,07)$, $h'_K(3)$ или $h'_K(0,07)$), Зв/Гр.

Значения коэффициентов преобразования кермы (мощности кермы) в воздухе в амбиентный, индивидуальный и направленный эквиваленты дозы (мощность амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы) приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Значения коэффициентов преобразования

Код ре- жима	$h'_K(0,07)$, Зв/Гр	$h'_K(3)$, Зв/Гр	$h_K^*(10)$, Зв/Гр	$h_{pK}(0,07)$, Зв/Гр	$h_{pK}(3)$, Зв/Гр	$h_{pK}(10)$, Зв/Гр	Код ре- жима	$h'_K(0,07)$, Зв/Гр	$h'_K(3)$, Зв/Гр	$h_K^*(10)$, Зв/Гр	$h_{pK}(0,07)$, Зв/Гр	$h_{pK}(3)$, Зв/Гр	$h_{pK}(10)$, Зв/Гр
L-30	1,16	1,11	0,937	1,16	1,12	0,944	N-100	1,59	1,66	1,71	1,72	1,63	1,88
L-35	1,22	1,21	1,09	1,23	1,22	1,11	N-120	1,55	1,60	1,65	1,66	1,58	1,80
L-55	1,49	1,56	1,62	1,58	1,55	1,69	N-150	1,50	1,54	1,58	1,60	1,52	1,72
L-70	1,59	1,68	1,73	1,71	1,65	1,88	N-200	1,39	1,44	1,46	1,49	1,42	1,56
L-100	1,59	1,65	1,70	1,71	1,62	1,87	N-250	1,34	1,38	1,39	1,42	1,36	1,48
L-125	1,52	1,57	1,61	1,63	1,55	1,76	N-300	1,33	1,34	1,35	1,38	1,32	1,42
L-170	1,42	1,47	1,49	1,52	1,45	1,61	H-30	1,02	0,708	–	1,02	0,74	–
L-210	1,36	1,41	1,42	1,45	1,39	1,52	H-40	1,09	0,946	0,684	1,10	0,96	0,692
L-240	1,34	1,37	1,38	1,42	1,36	1,47	H-60	1,28	1,27	1,19	1,32	1,29	1,22
N-15	0,963	0,427	–	0,97	0,42	–	H-80	1,42	1,46	1,46	1,49	1,46	1,52
N-20	0,999	0,693	0,307	0,99	0,67	0,316	H-100	1,49	1,55	1,57	1,58	1,54	1,67
N-25	1,05	0,884	0,566	1,04	0,88	0,574	H-150	1,55	1,62	1,67	1,67	1,60	1,81
N-30	1,12	1,03	0,810	1,11	1,04	0,815	H-200	1,51	1,57	1,61	1,62	1,55	1,75
N-40	1,27	1,27	1,19	1,28	1,28	1,21	H-250	1,46	1,51	1,54	1,56	1,49	1,67
N-60	1,48	1,54	1,59	1,56	1,54	1,66	H-300	1,42	1,46	1,49	1,51	1,45	1,60
N-80	1,60	1,68	1,74	1,72	1,66	1,89	–	–	–	–	–	–	–

10.4.4 Находят минимальные $\dot{H}_p(10)_{УПР\min}$, $\dot{H}_p(3)_{УПР\min}$, $\dot{H}_p(0,07)_{УПР\min}$, $\dot{H}'(3)_{УПР\min}$, $\dot{H}'(0,07)_{УПР\min}$, $\dot{H}^*(10)_{УПР\min}$ и максимальные $\dot{H}_p(10)_{УПР\max}$, $\dot{H}_p(3)_{УПР\max}$, $\dot{H}_p(0,07)_{УПР\max}$, $\dot{H}'(3)_{УПР\max}$, $\dot{H}'(0,07)_{УПР\max}$, $\dot{H}^*(10)_{УПР\max}$ значения мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, используя значения мощности кермы в воздухе $\bar{K}a_{УПР\min}$ и $\bar{K}a_{УПР\max}$, полученные в 10.2.9, по формуле (11).

10.4.5 Определяют доверительные границы относительной погрешности установки при измерении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы δ_i (без учета знака), %, при доверительной вероятности 0,95 по формуле

$$\delta_i = \frac{\varepsilon + \Theta_\Sigma}{S_{\bar{K}a_i} + \sqrt{\sum \frac{\Theta_j^2}{3}}} \cdot \sqrt{S_{\bar{K}a_i}^2 + \sum \frac{\Theta_j^2}{3}}, \quad (12)$$

где ε – доверительные границы случайной погрешности измерения мощности кермы в воздухе при определении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, $\varepsilon = t_p \cdot S_{\bar{K}a_i}$;

t_p – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n ($t_p = 2,262$ при $n = 10$);

$S_{\bar{K}a_i}$ – суммарное значение СКО результатов измерений мощности кермы в воздухе при определении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, %, вычисляемое по формуле (7);

Θ_Σ – границы неисключенной систематической погрешности измерения мощности кермы в воздухе при определении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, %, $\Theta_\Sigma = k \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^m \Theta_j^2 + \left(\frac{\bar{K}a_{УПР} - \bar{K}a_0}{\bar{K}a_0} \right)^2}$ ($k = 1,1$ при $P = 0,95$);

Θ_j – j -я составляющая систематической погрешности измерения, %, вычисляемая по формуле

$$\sum_{j=1}^m \Theta_j^2 = \Theta_0^2 + \Theta_R^2 + \Theta_h^2 + \delta_0^2, \quad (13)$$

где Θ_0 – погрешность эталона, с помощью которого проводится поверка (из паспорта на эталон), %;

Θ_R – погрешность определения расстояния от выходной втулки облучателя ФРП до опорной поверхности рабочего стола, равная 0,2 %;

Θ_h – погрешность определения коэффициента преобразования, равная 3,5 %;

δ_0 – погрешность метода передачи размера единицы, %.

10.4.6 Находят максимальное значение доверительных границ относительной погрешности установки при измерении мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы $\delta_{\max}$.

10.4.7 Результаты операции поверки считают положительными, если значения $\dot{H}_p(10)_{УПР\ min}$, $\dot{H}_p(3)_{УПР\ min}$, $\dot{H}_p(0,07)_{УПР\ min}$, $\dot{H}'(3)_{УПР\ min}$, $\dot{H}'(0,07)_{УПР\ min}$, $\dot{H}^*(10)_{УПР\ min}$ и $\dot{H}_p(10)_{УПР\ max}$, $\dot{H}_p(3)_{УПР\ max}$, $\dot{H}_p(0,07)_{УПР\ max}$, $\dot{H}'(3)_{УПР\ max}$, $\dot{H}'(0,07)_{УПР\ max}$, $\dot{H}^*(10)_{УПР\ max}$ находятся в границах рабочего диапазона измерений мощности амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения, указанных в РЭ, а значение δ_{max} не превышает $\pm 5\%$.

10.5 Проверка рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения

10.5.1 Допускается проведение периодической поверки в сокращенном объеме для меньшего числа измеряемых величин и применяемых режимов рентгеновского излучения на основании заявления Заказчика.

10.5.2 Проверку рабочего диапазона измерений и определение относительной погрешности при измерении амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения проводят расчетным методом по 10.4.2-10.4.3.

10.5.3 Находят минимальные $H_p(10)_{УПР\ min}$, $H_p(3)_{УПР\ min}$, $H_p(0,07)_{УПР\ min}$, $H'(3)_{УПР\ min}$, $H'(0,07)_{УПР\ min}$, $H^*(10)_{УПР\ min}$ и максимальные $H_p(10)_{УПР\ max}$, $H_p(3)_{УПР\ max}$, $H_p(0,07)_{УПР\ max}$, $H'(3)_{УПР\ max}$, $H'(0,07)_{УПР\ max}$, $H^*(10)_{УПР\ max}$ значения амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, используя значения кермы в воздухе $\bar{K}_{aУПР\ min}$ и $\bar{K}_{aУПР\ max}$, полученные в 10.3.13, по формуле (11).

10.5.4 Определяют доверительные границы относительной погрешности установки при измерении амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы δ_i (без учета знака), %, при доверительной вероятности 0,95 по 10.4.5.

10.5.5 Находят максимальное значение доверительных границ относительной погрешности установки при измерении амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы δ_{max} .

10.5.6 Результаты операции поверки считают положительными, если значения $H_p(10)_{УПР\ min}$, $H_p(3)_{УПР\ min}$, $H_p(0,07)_{УПР\ min}$, $H'(3)_{УПР\ min}$, $H'(0,07)_{УПР\ min}$, $H^*(10)_{УПР\ min}$ и $H_p(10)_{УПР\ max}$, $H_p(3)_{УПР\ max}$, $H_p(0,07)_{УПР\ max}$, $H'(3)_{УПР\ max}$, $H'(0,07)_{УПР\ max}$, $H^*(10)_{УПР\ max}$ находятся в границах рабочего диапазона измерений амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы рентгеновского излучения, указанных в РЭ, а значение δ_{max} не превышает $\pm 5\%$.

10.6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.6.1 Установку признают соответствующей метрологическим требованиям, указанным в таблице 1, если операции по 10.1-10.5 выполнены с положительными результатами.

10.6.2 Установку признают несоответствующей метрологическим требованиям, указанным в таблице 1, если хотя бы одна из операций по 10.1-10.5 выполнена с отрицательным результатом.

10.6.3 Установку признают соответствующей обязательным требованиям к рабочим эталонам 1-го разряда кермы в воздухе, амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы и их мощностей рентгеновского излучения, если доверительные границы относительной погрешности установки при измерении кермы в воздухе, амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы и их мощностей в рабочем диапазоне измерений соответствуют ГПС.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Все результаты поверки, в т.ч. заключение о соответствии обязательным метрологическим требованиям к рабочим эталонам 1-го разряда в соответствии с ГПС, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А.

11.2 Сведения о результатах поверки установки в целях подтверждения соответствия передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.

11.3 По письменному заявлению владельца установки положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке установленной формы.

Знак поверки наносят на свидетельство о поверке.

На оборотной стороне свидетельства о поверке указывают:

- список режимов рентгеновского излучения, реализованный на установке;
- рабочий диапазон измерений установки: мощности кермы в воздухе; мощности амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы; кермы в воздухе; амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы;
- пределы допускаемой относительной погрешности установки в рабочем диапазоне измерений;
- геометрические размеры равномерного поля рентгеновского излучения;
- идентификационные данные ПО.

11.4 В случае поверки в сокращенном объеме в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, в протоколе поверки и свидетельстве о поверке (при необходимости) указываются величины и/или режимы рентгеновского излучения, на которых проведена поверка.

11.5 Установка, по результатам поверки не подтвердившая соответствие метрологическим требованиям (отрицательные результаты поверки), к обращению не допускается. По письменному заявлению владельца установки выдают извещение о непригодности установленной формы.

Приложение А

(рекомендуемое)

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

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

Наименование средства измерений (эталоны), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений	
Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (если имеются)	
Дата предыдущей поверки	
Адрес и место проведения поверки	

Вид поверки:

Методика поверки:

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталоны, средства измерений 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	
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80	
Атмосферное давление, кПа	от 86,0 до 106,7	
Фон гамма-излучения, мкЗв/ч	не более 0,20	

Результаты поверки:

А.1 Внешний осмотр средства измерений

Руководство по эксплуатации *имеется (не имеется)*.

Комплектность установки *соответствует (не соответствует)* требованиям руководства по эксплуатации в объеме, необходимом для проведения поверки.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на право работы с источниками ионизирующих излучений, выданное службой Государственного санитарно-эпидемиологического надзора, *имеется (не имеется)*.

Действующая запись о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений *имеется (не имеется)*, номер записи _____.

В поле излучения *отсутствуют (присутствуют)* посторонние предметы, которые могут влиять на результаты измерений.

Повреждения установки, влияющие на ее метрологические характеристики, *отсутствуют (присутствуют)*.

Пломбы и маркировка *присутствуют и не имеют повреждений (отсутствуют, повреждены)*.

Результаты внешнего осмотра *положительные (отрицательные)*.

А.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Установка *исправна (не исправна)*.

Имеется (не имеется) возможность расположения и юстировки детекторов дозиметрических приборов в поле излучения, их фиксации и необходимых перемещений в поле излучения.

Условия окружающей среды *удовлетворяют (не удовлетворяют)* требованиям методики поверки.

Результаты опробования *положительные (отрицательные)*.

А.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)

Таблица А.1 – Результаты подтверждения соответствия ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
UPR Measurement				
Программа контроллера ФРП-АТ300			—	—
Программа контроллера СП			—	—
Программа панели оператора ФРП-АТ300			—	—
Программа панели оператора СП			—	—

Результаты подтверждения соответствия ПО *положительные (отрицательные)*.

А.4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

А.4.1 Определение геометрических размеров равномерного поля рентгеновского излучения

Таблица А.2 – Результаты определения геометрических размеров равномерного поля рентгеновского излучения

Код режима	Диафрагма	Расстояние от фокусного пятна рентгеновской трубки, см	Смещение, см	Направление смещения	$\dot{K}_{a_0}$, Гр/с	$\dot{K}_{a_{упр}}$, Гр/с	α , %
		100	0	—			—
			6	влево			
			6	вправо			
			6	вверх			
			6	вниз			
		250	0	—			—
			15	влево			
			15	вправо			
			15	вверх			
			15	вниз			

Результаты определения геометрических размеров равномерного поля рентгеновского излучения *положительные (отрицательные)*.

А.4.2 Определение относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения

Таблица А.3 – Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения

№ серии	Режим излучения			Диафрагма	Расстояние, см	№ измерения	$\dot{K}_{a_0}$, Гр/с	$\dot{K}_{a_{упр}}$, Гр/с	СКО, %	δ_i , %
	Код режима	СПО, мм	$E_{эфф}$, кэВ							
1						1				
						2				
						3				
						...				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности кермы в воздухе рентгеновского излучения *положительные (отрицательные)*.

А.4.3 Определение относительной погрешности при измерении кермы в воздухе рентгеновского излучения

Таблица А.4 – Результаты определения относительной погрешности при измерении кермы в воздухе рентгеновского излучения

№ серии	Режим излучения			Диа- фрагма	Расстояние, см	№ измерения	K_{a_0} , Гр	$K_{a_{УПР}}$, Гр	СКО, %	δ , %
	Код режима	СПО, мм	$E_{эфф}$, кэВ							
1						1				
						2				
						3				
						...				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Результаты определения относительной погрешности при измерении кермы в воздухе рентгеновского излучения *положительные (отрицательные)*.

А.4.4 Определение относительной погрешности при измерении мощности амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения

Таблица А.5 – Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения

№ серии	Режим излучения			Диа- фрагма	Расстоя- ние, см	Операцион- ная величина	Коэффициент преобра- зования	$\dot{H}_0$, Зв/с	$\dot{H}_{УПР}$, Зв/с	СКО, %	δ , %
	Код режима	СПО, мм	$E_{эфф}$, кэВ								
1						$\dot{H}^*(10)$					
						$\dot{H}_p(0,07)$					
						$\dot{H}_p(10)$					
						$\dot{H}_p(3)$					
						$\dot{H}'(0,07)$					
						$\dot{H}'(3)$					
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения *положительные (отрицательные)*.

А.4.5 Определение относительной погрешности при измерении амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения

Таблица А.6 – Результаты определения относительной погрешности при измерении амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения

№ серии	Режим излучения			Диа- фрагма	Расстоя- ние, см	Операцион- ная величина	Коэффициент преобра- зования	H_0 , Зв	$H_{УПР}$, Зв	СКО, %	δ , %
	Код режима	СПО, мм	$E_{эфф}$, кэВ								
1						$H^*(10)$					
						$H_p(0,07)$					
						$H_p(10)$					
						$H_p(3)$					
						$H'(0,07)$					
						$H'(3)$					
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Результаты определения относительной погрешности при измерении амбиентного, индивидуального и направленного эквивалентов дозы рентгеновского излучения *положительные (отрицательные)*.

Заключение: Установка поверочная рентгеновского излучения УПР-АТ300, зав. № _____, соответствует (не соответствует) обязательным метрологическим требованиям к рабочим эталонам 1-го разряда в соответствии с документом «Государственная поверочная схема 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», утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 декабря 2020 г. № 2314, и признана годной (непригодной) к применению.

На основании результатов поверки выдано (по заявлению заказчика):

Свидетельство о поверке № _____ от _____ г.

(Извещение о непригодности № _____ от _____ г.

Причина непригодности: _____)

Поверку выполнил _____

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.