**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

«08» июня 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

# Установки поверочные дозиметрические бета-излучения УДБ-АТ200

## Методика поверки

## МП 2103-067-2026

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 ..... 4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку ..... 5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки ..... 5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки ..... 6
7 Внешний осмотр средства измерений ..... 6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений ..... 6
9 Проверка программного обеспечения средства измерений ..... 6
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям ..... 8
10.1 Определение геометрических размеров равномерного поля бета-излучения ..... 8
10.2 Проверка диапазона измерений мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале ..... 9
10.3 Проверка диапазонов измерений мощностей направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения ..... 10
10.4 Определение относительной погрешности установки ..... 11
10.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям ..... 12
11 Оформление результатов поверки ..... 12
Приложение А ..... 13

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки (далее – МП) применяется для поверки установок поверочных дозиметрических бета-излучения УДБ-АТ200 (далее – установки), предназначенных для хранения и передачи единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения, мощностей направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения средствам измерений при поверке, калибровке и испытаниях.

Установки применяются в качестве рабочего эталона в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений поглощенной дозы, мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения и их мощностей, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2499 (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 |
|---|---|
| Диапазон измерений мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале на глубине, соответствующей поверхностной плотности 7 мг/см$^2$, $\dot{D}_t(0,07)$, Гр/с | от $1\cdot10^{-6}$ до $3\cdot10^{-3}$ |
| Диапазон измерений мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале на глубине, соответствующей поверхностной плотности 300 мг/см$^2$, $\dot{D}_t(3)$, Гр/с | от $1\cdot10^{-6}$ до $1\cdot10^{-3}$ |
| Диапазон измерений мощности направленного эквивалента дозы бета-излучения $\dot{H}'(0,07)$ и мощности индивидуального эквивалента дозы бета-излучения $\dot{H}_p(0,07)$, Зв/с | от $1\cdot10^{-6}$ до $3\cdot10^{-3}$ |
| Диапазон измерений мощности направленного эквивалента дозы бета-излучения $\dot{H}'(3)$ и мощности индивидуального эквивалента дозы бета-излучения $\dot{H}_p(3)$, Зв/с | от $1\cdot10^{-6}$ до $1\cdot10^{-3}$ |
| Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении мощности поглощенной дозы и поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, % | ±5,0 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении мощностей направленного и индивидуального эквивалентов дозы, направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения, % | ±7,0 |
| Диаметр равномерного поля бета-излучения для источников $^{90}Sr/^{90}Y$ и $^{85}Kr$ при использовании выравнивающих фильтров на расстоянии 300 мм (неравномерность поля не более ±5 %), мм, не менее | 150 |

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых установок к Государственному первичному эталону единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале ГЭТ 9-2018 (далее – ГЭТ 9-2018) в соответствии с ГПС.

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

Настоящая МП устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки.

*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 |
| Проверка программного обеспечения средства измерений | Да | Да | 9 |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: | Да | Да | 10 |
| Определение геометрических размеров равномерного поля бета-излучения | Да | Да | 10.1 |
| Проверка диапазона измерений мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале | Да | Да | 10.2 |
| Проверка диапазонов измерений мощностей направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения | Да | Да | 10.3 |
| Определение относительной погрешности установки | Да | Да | 10.4 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 10.5 |

## 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 эксплуатационную документацию 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 |
|---|---|---|
| п. 8.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне 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 |
| п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Транспортируемый комплект ТЭБ-1 с ионизационной плоскопараллельной камерой фиксированного объема из состава ГЭТ 9-2018, диапазон измерений мощности поглощенной дозы бета-излучения от $5 \cdot 10^{-6}$ до 1 Гр/с, $S_0 = 1 \cdot 10^{-2}$, $\theta_0$ от $2{,}0 \cdot 10^{-2}$ до $2{,}9 \cdot 10^{-2}$ | ГЭТ 9-2018 |
| п. 10.1 Определение геометрических размеров равномерного поля бета-излучения | Средства измерений длины в диапазоне от 0 до 300 мм с ценой деления 1 мм | Линейка металлическая по ГОСТ 427-75 |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие указанным метрологическим и техническим требованиям. | | |

## 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 должен привлекаться только персонал, имеющий допуск к работе с источниками ионизирующих излучений.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

**7.1** При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

– наличие РЭ на поверяемую установку;

– соответствие комплектности поверяемой установки требованиям РЭ в объеме, необходимом для проведения поверки;

– соответствие внешнего вида установки описанию и изображению, приведенному в описании типа;

– 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 раздела 2 РЭ (2.2), 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 раздела 2 РЭ (2.2).

## 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 контроллере блока управления и корпусе пульта управления, ограничивающих доступ к ПО (см. рисунки 1-2).

**9.3** Идентификационные данные встроенного ПО указаны на контроллере блока управления и корпусе пульта управления на этикетках под пломбами: идентификационное 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).

Проверку цифрового идентификатора внешнего ПО проводят вычислением контрольной суммы исполняемого файла UDBControl.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») (см. рисунок 3).

**9.5** Идентификационные данные метрологически значимого ПО приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные метрологически значимого ПО

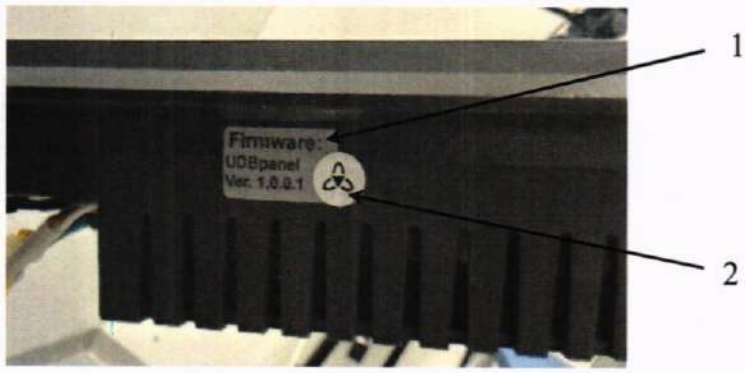
| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|---|
| Встроенное ПО | |
| Наименование ПО | Программа контроллера УДБ-АТ200 |
| Идентификационное наименование ПО | UDBcontroller |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.x.y.z |
| Наименование ПО | Программа панели оператора УДБ-АТ200 |
| Идентификационное наименование ПО | UDBpanel |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.x.y.z |
| Внешнее ПО | |
| Наименование ПО | UDBControl |
| Идентификационное наименование ПО | UDBControl.exe |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.x.y.z |

Примечания:
1 Элементы в обозначении номеров версий, замененные символами «x», «y» и «z», могут принимать цифровые значения от 0 до 99, от 0 до 999 и от 0 до 9999 соответственно и отвечают за метрологически незначимую часть.
2 Идентификационные данные метрологически значимого ПО приведены в разделе «Особые отметки» руководства по эксплуатации (РЭ).




1 – этикетка; 2 – пломба.

Рисунок 1 – Контроллер блока управления КС




1 – этикетка; 2 – пломба.

Рисунок 2 – Корпус пульта управления КС

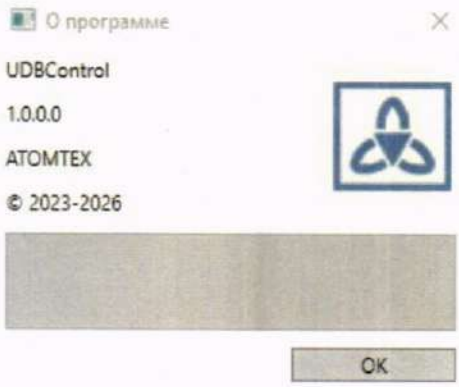



Рисунок 3 – Отображение номера версии ПО UDBControl

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

**9.7** 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 бета-излучения

10.1.1 Определение диаметра равномерного поля бета-излучения для источников $^{90}Sr/^{90}Y$ и $^{85}Kr$ при использовании выравнивающих фильтров на расстоянии 300 мм проводят прямым методом измерений с использованием ионизационной плоскопараллельной камеры фиксированного объема из состава первичного эталона (далее – эталонная камера) в следующей последовательности:

а) устанавливают эталонную камеру на приборный стол с использованием подставки.

*Примечание – Размер детектора, при помощи которого определяют равномерность поля, должен быть не более 45 мм;*

б) проводят центрирование эталонной камеры в пучке излучения и оцифровку координаты X относительно опорной точки эталонной камеры (центра плоскости входного окна) в соответствии с разделом 2 РЭ (2.3.3);

в) устанавливают в блок излучателя источник бета-излучения с радионуклидами $^{90}Sr/^{90}Y$ и выравнивающий фильтр F3;

г) перемещают блок излучателя на расстояние $R_0$ = 300 мм от эталонной камеры;

д) измеряют мощность поглощенной дозы бета-излучения $\dot{D}_{t_0}$. Проводят не менее пяти измерений и рассчитывают среднее арифметическое измеренных значений $\bar{\dot{D}}_{t_0}$, соответствующее значению мощности поглощенной дозы бета-излучения в геометрическом центре поля излучения;

е) измеряют мощность поглощенной дозы бета-излучения $\dot{D}_{t_i}$ по двум взаимно перпендикулярным осям в плоскости, перпендикулярной направлению излучения, не менее чем в семи равномерно распределенных точках $i$. В каждой точке $i$ выполняют не менее пяти измерений и рассчитывают среднее арифметическое измеренных значений $\bar{\dot{D}}_{t_i}$;

ж) рассчитывают неравномерность поля бета-излучения $\alpha_i$, %, по формуле

$$\alpha_i = \frac{\bar{\dot{D}}_{t_i} - \bar{\dot{D}}_{t_0}}{\bar{\dot{D}}_{t_0}} \cdot 100; \qquad (10.1)$$

и) вычисляют диаметр равномерного поля бета-излучения $d_0$, мм, на расстоянии $R_0$ = 300 мм по формуле

$$d_0 = 2r_i, \qquad (10.2)$$

где $r_i$ – наименьшее из расстояний от геометрического центра поля бета-излучения до контрольных точек $i$ на границе области равномерного поля;

к) выполняют операции по 10.1.1 (в-и), устанавливая в блок излучателя источник бета-излучения с радионуклидом $^{85}$Kr и выравнивающий фильтр F2.

10.1.2 Результаты операции поверки считают положительными, а поле бета-излучения считается равномерным, если диаметр поля бета-излучения для источников $^{90}$Sr/$^{90}$Y и $^{85}$Kr при использовании выравнивающих фильтров на расстоянии 300 мм не менее 150 мм, а значения $\alpha_i$ не превышают ±5 %.

**10.2 Проверка диапазона измерений мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале**

10.2.1 Проверку диапазона измерений мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале проводят прямым методом измерений с использованием эталонной камеры в следующей последовательности:

а) проводят подготовку установки к использованию в соответствии с разделом 2 РЭ (2.2.1–2.2.4);

б) устанавливают эталонную камеру на приборный стол;

в) проводят центрирование эталонной камеры в пучке излучения и оцифровку координаты X относительно опорной точки эталонной камеры (центра плоскости входного окна) в соответствии с разделом 2 РЭ (2.3.3);

г) устанавливают в блок излучателя источник бета-излучения с радионуклидом $^{90}$Sr/$^{90}$Y, начиная с источника с максимальной активностью радионуклида;

д) измеряют мощность поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале $\dot{D}_{t_i}$, размещая эталонную камеру поочередно в контрольных точках $i$ в соответствии с таблицей 5. Проводят не менее десяти измерений в каждой контрольной точке $i$ и рассчитывают среднее арифметическое измеренных значений $\bar{\dot{D}}_{t_i}$.

Таблица 5

| Номер контрольной точки $i$ | Расстояние от рабочей поверхности источника до опорной точки эталонной камеры $R$, мм | | |
|---|---|---|---|
| | Источник | | |
| | $^{90}Sr/^{90}Y$ | $^{85}Kr$ | $^{147}Pm$ |
| 1 | 65 | – | – |
| 2 | 80 | – | – |
| 3 | 110 | – | – |
| 4 | 200 | – | 200 |
| 5 | 300 | 300 | – |
| 6 | 400 | – | – |
| 7 | 500 | – | – |
| 8 | 700 | – | – |
| 9 | 1000 | – | – |
| Примечание – Источники бета-излучения с диаметром рабочей поверхности менее 16 мм применяются с выравнивающими фильтрами из состава установки. | | | |

е) повторяют операции по 10.2.1 (г-д) для остальных источников бета-излучения, указанных в таблице 5;

ж) находят наименьшее $\bar{\dot{D}}_{t_{min}}$ и наибольшее $\bar{\dot{D}}_{t_{max}}$ значения мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале.

10.2.2 Результаты операции поверки считают положительными, если значения $\bar{\dot{D}}_{t_{min}}$ и $\bar{\dot{D}}_{t_{max}}$ находятся в границах диапазонов измерений мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, указанных в таблице 1.

**10.3 Проверка диапазонов измерений мощностей направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения**

10.3.1 Проверку диапазонов измерений мощностей направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения проводят косвенным методом измерений.

10.3.2 Переход от единицы мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале $\bar{\dot{D}}_t$ к единицам мощности направленного эквивалента дозы бета-излучения $\dot{H}'(0,07)$ и $\dot{H}'(3)$ и мощности индивидуального эквивалента дозы бета-излучения $\dot{H}_p(0,07)$ и $\dot{H}_p(3)$ осуществляют с помощью коэффициентов преобразования по формулам

$$\dot{H}'(0,07) = h_1 \cdot \bar{\dot{D}}_t, \quad (10.3)$$

$$\dot{H}'(3) = h_2 \cdot \bar{\dot{D}}_t, \quad (10.4)$$

$$\dot{H}_p(0,07) = h_3 \cdot \bar{\dot{D}}_t, \quad (10.5)$$

$$\dot{H}_p(3) = h_4 \cdot \bar{\dot{D}}_t, \quad (10.6)$$

где $h_1$ и $h_2$ – коэффициенты преобразования мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале в мощность направленного эквивалента дозы бета-излучения, равные 1 Зв/Гр и 0,5 Зв/Гр соответственно;

$h_3$ и $h_4$ – коэффициенты преобразования мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале в мощность индивидуального эквивалента дозы бета-излучения, равные 1 Зв/Гр и 0,5 Зв/Гр соответственно;

$\bar{\dot{D}}_t$ – наименьшее $\bar{\dot{D}}_{t_{min}}$ или наибольшее $\bar{\dot{D}}_{t_{max}}$ значение мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, полученное в 10.2.1 (ж).

10.3.3 Находят наименьшие $\dot{H}'(0,07)_{min}$, $\dot{H}'(3)_{min}$ и наибольшие $\dot{H}'(0,07)_{max}$, $\dot{H}'(3)_{max}$ значения мощности направленного эквивалента дозы, наименьшие $\dot{H}_P(0,07)_{min}$, $\dot{H}_P(3)_{min}$ и наибольшие $\dot{H}_P(0,07)_{max}$, $\dot{H}_P(3)_{max}$ значения мощности индивидуального эквивалента дозы по формулам (10.3)-(10.6).

10.3.4 Результаты операции поверки считают положительными, если значения $\dot{H}'(0,07)_{min}$, $\dot{H}'(0,07)_{max}$, $\dot{H}'(3)_{min}$, $\dot{H}'(3)_{max}$ находятся в границах диапазонов измерений мощности направленного эквивалента дозы бета-излучения, значения $\dot{H}_P(0,07)_{min}$, $\dot{H}_P(0,07)_{max}$, $\dot{H}_P(3)_{min}$, $\dot{H}_P(3)_{max}$ находятся в границах диапазонов измерений мощности индивидуального эквивалента дозы бета-излучения, указанных в таблице 1.

### 10.4 Определение относительной погрешности установки

10.4.1 Определяют доверительные границы относительной погрешности установки при измерении мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале $\delta_i$ (без учета знака), %, при доверительной вероятности 0,95 в $i$-й контрольной точке по формуле

$$\delta_i = K_i\sqrt{\frac{1}{3}\left(\theta_o^2+\theta_R^2+\theta_t^2+\delta_o^2\right)+S_i^2}, \qquad (10.7)$$

где $K_i$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей, вычисляемый по формуле

$$K_i = \frac{t\cdot S_i + 1{,}1\sqrt{\theta_o^2+\theta_R^2+\theta_t^2+\delta_o^2}}{S_i+\sqrt{\frac{1}{3}\left(\theta_o^2+\theta_R^2+\theta_t^2+\delta_o^2\right)}}, \qquad (10.8)$$

где $t$ – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности P=0,95 и количестве измерений $m$ ($t$=2,262 при $m$=10);

$\theta_o$ – погрешность эталонной камеры (из паспорта на эталон), %;

$\theta_R$ – погрешность определения расстояния от рабочей поверхности источника бета-излучения до контрольной метки на эталонной камере, равная ±0,2 %;

$\theta_t$ – погрешность определения коэффициентов преобразования мощности поглощенной дозы бета-излучения в мощность направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения, равная ±1 %;

$\delta_o$ – погрешность метода передачи размера единицы по ГПС, %;

$S_i$ – среднее квадратическое отклонение измеренных значений мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале в $i$-й контрольной точке, %, вычисляемое по формуле

$$S_i = \frac{100}{\bar{\dot{D}}_{t_i}}\sqrt{\frac{1}{m(m-1)}\sum_{n=1}^{m}(\dot{D}_{t_{in}}-\bar{\dot{D}}_{t_i})^2}, \qquad (10.9)$$

где $\dot{D}_{t_{in}}$ – $n$-е измеренное значение мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале в $i$-й контрольной точке, Гр/с;

$m$ – количество измерений в $i$-й контрольной точке.

10.4.2 Находят наибольшее значение доверительных границ относительной погрешности установки $\delta_{\max}$.

10.4.3 Результаты операции поверки считают положительными, если наибольшее значение доверительных границ относительной погрешности установки при измерении поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале не превышает ±5 %, а при измерении направленного и индивидуального эквивалентов дозы и мощностей направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения не превышает ±7 %.

### 10.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.5.1 Установку признают соответствующей метрологическим требованиям, указанным в таблице 1, если операции по 10.1-10.4 выполнены с положительными результатами.

10.5.2 Установку признают несоответствующей метрологическим требованиям, указанным в таблице 1, если хотя бы одна из операций по 10.1-10.4 выполнена с отрицательным результатом.

10.5.3 Установку признают соответствующей обязательным требованиям к рабочим эталонам поглощенной дозы, мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения и их мощностей бета-излучения, если доверительные границы относительной погрешности установки при измерении поглощенной дозы, мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения и их мощностей бета-излучения соответствуют ГПС.

## 11 Оформление результатов поверки

**11.1** Все результаты поверки 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.

**11.4** Знак поверки наносят на свидетельство о поверке.

**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 (эталона), 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 эталона, 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 *в наличии (отсутствует)*.

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

Внешний вид установки *соответствует (не соответствует)* описанию и изображению, приведенному в описании типа.

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

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

В поле излучения установки *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 (отсутствует)* 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 |
|---|---|---|---|---|
| UDBControl | | | | |
| Программа контроллера УДБ-АТ200 | | | – | – |
| Программа панели оператора УДБ-АТ200 | | | – | – |

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 бета-излучения

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

| Источник бета-излучения | Выравнивающий фильтр | $R_0$, мм | $\overline{\dot{D}}_{t_0}$, Гр/с | $r_i$, мм | $\overline{\dot{D}}_{t_i}$, Гр/с | $\alpha_i$, % | $d_0$, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Направление по горизонтальной оси | | | | | | | |
| $^{90}Sr/^{90}Y$ | F3 | 300 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Направление по вертикальной оси | | | | | | | |
| $^{85}Kr$ | F2 | 300 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

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

А.4.2 Определение относительной погрешности при измерении мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале

Таблица А.3 – Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале

| Номер контрольной точки $i$ | Источник | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $^{90}Sr/^{90}Y$ | | | | $^{85}Kr$ | | | | $^{147}Pm$ | | | |
| | $R_i$, мм | $\overline{\dot{D}}_t$, Гр/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % | $R_i$, мм | $\overline{\dot{D}}_t$, Гр/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % | $R_i$, мм | $\overline{\dot{D}}_t$, Гр/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % |
| 1 | 65 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 2 | 80 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 3 | 110 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 4 | 200 | | | | – | – | – | – | 200 | | | |
| 5 | 300 | | | | 300 | | | | – | – | – | – |
| 6 | 400 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 7 | 500 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8 | 700 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9 | 1000 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |

Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале *положительные (отрицательные)*.

А.4.3 Определение относительной погрешности при измерении мощности направленного эквивалента дозы бета-излучения

Таблица А.4 – Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности направленного эквивалента дозы бета-излучения

| Номер контрольной точки $i$ | Источник | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $^{90}Sr/^{90}Y$ | | | | $^{85}Kr$ | | | | $^{147}Pm$ | | | |
| | $R_i$, мм | $\dot{H}'$, Зв/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % | $R_i$, мм | $\dot{H}'$, Зв/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % | $R_i$, мм | $\dot{H}'$, Зв/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % |
| 1 | 65 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 2 | 80 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 3 | 110 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 4 | 200 | | | | – | – | – | – | 200 | | | |
| 5 | 300 | | | | 300 | | | | – | – | – | – |
| 6 | 400 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 7 | 500 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8 | 700 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9 | 1000 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |

Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности направленного эквивалента дозы бета-излучения *положительные (отрицательные)*.

А.4.4 Определение относительной погрешности при измерении мощности индивидуального эквивалента дозы бета-излучения

Таблица А.5 – Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности индивидуального эквивалента дозы бета-излучения

| Номер контрольной точки $i$ | Источник | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $^{90}Sr/^{90}Y$ | | | | $^{85}Kr$ | | | | $^{147}Pm$ | | | |
| | $R_i$, мм | $\dot{H}_p$, Зв/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % | $R_i$, мм | $\dot{H}_p$, Зв/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % | $R_i$, мм | $\dot{H}_p$, Зв/с | $S_i$, % | $\delta_i$, % |
| 1 | 65 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 2 | 80 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 3 | 110 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 4 | 200 | | | | – | – | – | – | 200 | | | |
| 5 | 300 | | | | 300 | | | | – | – | – | – |
| 6 | 400 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 7 | 500 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 8 | 700 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9 | 1000 | | | | – | – | – | – | – | – | – | – |

Результаты определения относительной погрешности при измерении мощности индивидуального эквивалента дозы бета-излучения *положительные (отрицательные)*.

**Заключение:** Установка поверочная дозиметрическая бета-излучения УДБ-АТ200, зав. № _____, соответствует (не соответствует) обязательным метрологическим требованиям к рабочим эталонам в соответствии с документом «Государственная поверочная схема для средств измерений поглощенной дозы, мощности поглощенной дозы бета-излучения в тканеэквивалентном материале, направленного и индивидуального эквивалентов дозы бета-излучения и их мощностей», утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2499, 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.*