

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

М.п.

11

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дозиметры-радиометры ДРБП-03М

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ГКПС 102.00.00.000 МП

пгт. Менделеево

2025 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки Дозиметров-радиометров ДРБП-03М (далее по тексту – ДРБП-03М или дозиметр-радиометр), используемых в качестве средств измерений в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2024 № 2273 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы фотонного, электронного, протонного излучений и в пучках ионов углерода, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы фотонного излучения, количества, флюенса, плотности потока и энергии частиц в пучках протонов и тяжелых заряженных частиц» и ГОСТ 8.033-2023 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников».

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Пульс ДРБП-03М	
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) фотонного излучения, Зв/ч	от $1,0 \cdot 10^{-7}$ до 10,0
Диапазон измерений амбиентного эквивалента дозы (АЭД) фотонного излучения, Зв	от $1,0 \cdot 10^{-6}$ до 10,0
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений МАЭД, %: – в диапазоне от 0,10 до 0,60 мкЗв/ч включ. – в диапазоне св. 0,60 мкЗв/ч до 10 Зв/ч	$\pm(10+3/H)^{1)}$ ± 15
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений АЭД, %	± 15
Блок детектирования альфа-, бета-излучения БДБА-02М	
Диапазон измерений плотности потока альфа-частиц ²⁾ , мин ⁻¹ ·см ⁻²	от 2,0 до $5,0 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений плотности потока альфа-частиц ²⁾ , %: – в диапазоне от 2,0 до 6,0 мин ⁻¹ ·см ⁻² включ. – в диапазоне св. 6,0 до $5,0 \cdot 10^6$ мин ⁻¹ ·см ⁻²	$\pm(20+60/P)^{3)}$ ± 30
Диапазон измерений поверхностной активности альфа-излучающих радионуклидов (²³⁹ Pu) ²⁾ , Бк·см ⁻²	от $6,7 \cdot 10^{-2}$ до $1,7 \cdot 10^5$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений поверхностной активности альфа-излучающих радионуклидов (²³⁹ Pu) ²⁾ , %: – в диапазоне от $6,7 \cdot 10^{-2}$ до 0,2 Бк·см ⁻² включ., – в диапазоне св. 0,2 до $1,7 \cdot 10^5$ Бк·см ⁻²	$\pm(20+2/P)^{3)}$ ± 30
Диапазон измерений плотности потока бета-частиц ⁴⁾ , мин ⁻¹ ·см ⁻² без крышки № 2 (коллиматора бета-излучения)	от 5,0 до $1,0 \cdot 10^7$ включ.

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений плотности потока бета-частиц ⁴⁾ , мин ⁻¹ ·см ⁻² с крышкой № 2 (коллиматором бета-излучения)	св. $1,0 \cdot 10^7$ до $1,0 \cdot 10^8$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений плотности потока бета частиц ⁴⁾ , %	± 20
Диапазон измерений поверхностной активности бета-излучающих радионуклидов (⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y) ⁴⁾ , Бк·см ⁻²	от 0,22 до $4,4 \cdot 10^5$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений поверхностной активности бета-излучающих радионуклидов (⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y) ⁴⁾ , %	± 20
Блок детектирования гамма-излучения БДГ-01М	
Диапазон измерений МАЭД фотонного излучения, Зв/ч	от $1,0 \cdot 10^{-7}$ до $50 \cdot 10^{-3}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений МАЭД, %: – в диапазоне от 0,10 до 0,4 мкЗв/ч включ. – в диапазоне св. 0,40 мкЗв/ч до 50 мЗв/ч	$\pm(10+2/H)^{1)}$ ±15
Блок детектирования гамма-излучения поисковый БДБГ-П	
Диапазон измерений МАЭД гамма-излучения (¹³⁷ Cs) ⁵⁾ , Зв/ч	от $1,0 \cdot 10^{-7}$ до $1,0 \cdot 10^{-3}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения (¹³⁷ Cs) ⁵⁾ , %	±30
¹⁾ H – измеренная величина МАЭД, выраженная в мкЗв/ч; ²⁾ для радионуклида ²³⁹ Pu в геометрии П9; ³⁾ Р – измеренная величина плотности потока альфа- или бета-частиц, выраженная в мин ⁻¹ ·см ⁻² , или поверхностной активности альфа- или бета-излучающих радионуклидов, выраженная в Бк·см ⁻² ; ⁴⁾ для радионуклидов ⁹⁰ Sr+ ⁹⁰ Y в геометрии С0; ⁵⁾ в прямом пучке гамма-излучения ¹³⁷ Cs.	

1.3 ДРБП-03М подлежат первичной поверке до ввода в эксплуатацию, а в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта, - периодической поверке.

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках представленной методики поверки обеспечивается прослеживаемость к государственным первичным эталонам единиц величин:

– ГЭТ 38-2024 Государственный первичный эталон единиц поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы фотонного, электронного, протонного излучений и в пучках ионов углерода, количества, флюенса, плотности потока и энергии частиц в пучках протонов и тяжелых заряженных частиц в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2024 № 2273 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы фотонного, электронного, протонного излучений и в пучках ионов углерода, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы фотонного излучения, количества, флюенса, плотности потока и энергии частиц в пучках протонов и тяжелых заряженных частиц»;

– ГЭТ 6-2016 Государственный первичный эталон единиц активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников в соответствии с ГОСТ 8.033-2023 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников».

При определении метрологических характеристик поверяемых дозиметров-радиометров используется метод сличения с помощью компаратора и прямых измерений согласно соответствующей Государственной поверочной схеме.

1.5 Конструктивно ДРБП-03М состоит из Пульта ДРБП-03М, предназначенного для измерений МАЭД и АЭД фотонного излучения, и подключаемых к нему блоков детектирования:

– Блок детектирования альфа-, бета-излучения БДБА-02М, для измерения плотности потока (ПП) альфа-частиц, ПП бета-частиц, поверхностной активности (ПА) альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu) и ПА бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) с набором крышек:

- крышка транспортировочная ГКПС 102.02.00.100,
- крышка-фильтр № 1 ГКПС 102.02.00.200,
- крышка №2 (коллиматор бета-излучения) ГКПС 102.02.00.300;

– Блок детектирования гамма-излучения БДГ-01М, для измерения МАЭД фотонного излучения;

– Блок детектирования гамма-излучения поисковый БДБГ-П, для измерения МАЭД гамма-излучения, для поиска, обнаружения и локализации радиоактивных веществ.

1.6 Возможность проведения первичной (периодической) поверки ДРБП-03М с отдельными блоками детектирования и периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин предусмотрена.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки ДРБП-03М должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции 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	
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 средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД и АЭД фотонного излучения для Пульта ДРБП-03М	Да	Да	10.1
Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения с блоком детектирования БДГ-01М	Да	Да	10.2

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения с блоком детектирования БДБГ-П	Да	Да	10.3
Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПП альфа-частиц с блоком детектирования БДБА-02М	Да	Да	10.4
Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu) с блоком детектирования БДБА-02М	Да	Да	10.5
Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПП бета-частиц с блоком детектирования БДБА-02М	Да	Да	10.6
Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПА бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$) с блоком детектирования БДБА-02М	Да	Да	10.7

2.2 Поверка дозиметра-радиометра прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 2, а дозиметр-радиометр признают не прошедшим поверку.

2.3 На основании письменного заявления владельца средства измерения допускается проводить первичную (периодическую) поверку дозиметра-радиометра с отдельными блоками детектирования и периодическую поверку для меньшего числа измеряемых величин, с обязательным указанием в сведениях о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха, °Cот плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа..... от 84,0 до 106,0;
- естественный радиационный фон, мкЗв·ч⁻¹, не более0,20.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверку могут выполнять работники аккредитованного юридического лица или индивидуального предпринимателя, выполняющего работы и (или) оказывающего услуги по обеспечению единства измерений по поверке средств измерений ионизирующих излучений, имеющие навыки и профессиональные знания в области метрологического обеспечения средств измерений ионизирующих излучений, изучившие эксплуатационную документацию на дозиметр-радиометр и применяемые средства поверки.

4.2 Работники должны быть допущены к самостоятельной работе с источниками ионизирующих излучений в качестве персонала группы А (согласно НРБ-99/2009).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяются эталоны и средства измерений, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 °С до +30 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,1$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 90 % с погрешностью ± 3 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 60 до 110 кПа с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ кПа. Средства измерений МАЭД гамма-излучения в диапазоне измерений от $0,1 \text{ мкЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$ до $2 \text{ мЗв} \cdot \text{ч}^{-1}$ с относительной погрешностью ± 20 %. Средство измерений интервалов времени от 0 до 9 ч 59 мин, погрешности измерения в режиме секундомера в нормальных условиях эксплуатации от 20 °С до 30 °С $\pm (9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$, где T_x – значение измеренного интервала времени, с	Термометры лабораторные электронные LTA (рег. № 69551-17) Прибор комбинированный Testo-622 (рег. № 53505-13) Барометры рабочие сетевые БРС-1М (рег. № 16006-97) Дозиметр рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1123 (рег. № 19793-19) Секундомер электронный Интеграл С-01 (рег. № 44154-16)

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям 10.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД и АЭД фотонного излучения для Пульта ДРБП-03М 10.2 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения с блоком детектирования БДГ-01М 10.3 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения с блоком детектирования БДБГ-П	Эталоны согласно Государственной поверочной схемы для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы фотонного, электронного, протонного излучений и в пучках ионов углерода, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы фотонного излучения, количества, флюенса, плотности потока и энергии частиц в пучках протонов и тяжелых заряженных частиц, утвержденной приказом Росстандарта 26.09.2024 № 2273 Диапазон МАЭД фотонного излучения от $3,6 \cdot 10^{-7}$ до $10,0$ Зв/ч, диапазон энергий гамма-излучения от $0,06$ до 3 МэВ, доверительные границы относительной погрешности при $P=0,95$ не более 8%	Государственный вторичный эталон единиц мощности поглощенной дозы в диапазоне от $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^6$ Гр/ч, поглощенной дозы в диапазоне от $2 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^8$ Гр, мощности эквивалента дозы в диапазоне от $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^6$ Зв/ч, эквивалента дозы в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^8$ Зв фотонного излучения. (рег. № 2.1.ZZT.0410.2023). Рабочий эталон 1 разряда единиц кермы в воздухе, экспозиционной дозы, амбиентного эквивалента дозы, направленного эквивалента дозы, индивидуального эквивалента дозы и их мощностей гамма-излучения. (рег. № 3.7.АЦУ.0003.2025) Установка дозиметрическая гамма-излучения УДГ-АТ130 (рег. № 44761-10)

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.4 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПП альфа-частиц с блоком детектирования БДБА-02М 10.5 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu) с блоком детектирования БДБА-02М	Эталоны согласно Государственной поверочной схемы для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников, определенной ГОСТ 8.033-2023 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников» Поток альфа-частиц от $5,0$ до $3,5 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$, доверительная граница относительной погрешности при $P=0,95$ не более 7%	Государственный вторичный эталон единиц активности и внешнего альфа-излучения. Набор эталонных источников альфа-излучения из плутония-239 типов 1П9 - 6П9. (рег. № 2.1.ZZT.0098.2013) Источники альфа-излучения закрытые с радионуклидом плутоний-239, типа 4П9 (или 5П9-6П9) – рабочие эталоны 2 разряда и выше. (рег. № 61304-15)
10.6 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПП бета-частиц с блоком детектирования БДБА-02М 10.7 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПА бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$) с блоком детектирования БДБА-02М	Эталоны согласно Государственной поверочной схемы для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников, определенной ГОСТ 8.033-2023 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников» Поток бета-частиц от $5,0$ до $7,0 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$, доверительная граница относительной погрешности при $P=0,95$ не более 7%	Государственный вторичный эталон единиц активности и внешнего бета-излучения. Набор эталонных источников бета-излучения из $\text{Sr-90} + \text{Y-90}$ типов 1С0 - 6С0. (рег. № 2.1.ZZT.0096.2013). Источники бета-излучения закрытые с радионуклидами стронций-90 + иттрий-90, типа 4С0 (или 5С0-6С0) – рабочие эталоны 2 разряда и выше. (рег. № 61305-15)
Примечания: 1. Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям к средствам поверки. 2. Сведения о результатах поверки/аттестации всех эталонов и средств измерений должны быть представлены актуальной записью в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.		

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)», СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», инструкции по радиационной безопасности.

6.2 Поверители должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, руководствоваться требованиями безопасности, изложенными в «Правилах по охране труда при эксплуатации электроприборов», а также приведенными в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемые средства измерений.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- наличие эксплуатационной документации;
- соответствие комплектности поверяемого дозиметра-радиометра сведениям, приведенным в Паспорте и описании типа;
- отсутствие на дозиметре-радиометре загрязнений и механических повреждений, влияющих на его работу;
- наличие маркировки (тип и заводской номер);
- целостность пломб и отсутствие следов несанкционированного вскрытия поверяемого средства измерений.

7.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются требования, указанные в п. 7.1.

7.3 При обнаружении несоответствий согласно п.7.1, поверка может быть продолжена только после устранения этих несоответствий.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Провести контроль условий поверки на соответствие требованиям п. 3.1, выполнив измерения температуры окружающего воздуха, атмосферного давления, относительной влажности воздуха и естественного радиационного фона в месте проведения поверки.

8.2 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на используемые средства поверки.

8.3 Подготовить поверяемый ДРБП-03М к работе и проверить его работоспособность в соответствии с указаниями Руководства по эксплуатации.

8.4 Результаты опробования считаются положительными, если в процессе проверки работоспособности отсутствуют сообщения о неисправности.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В соответствии с пунктом 1.2.2 «Программное обеспечение Дозиметра-радиометра ДРБП-03М» документа «ГКПС 102.00.00.000 ПС Дозиметр-радиометр ДРБП-03М. Паспорт»:

- проверить идентификационное наименование программного обеспечения (ПО);
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО;
- определить цифровой идентификатор ПО.

9.2 Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО

соответствуют указанным в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Идентификационные данные встроенного ПО «ДРБП-03М»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ДРБП-03М
Номер версии (идентификационный номер) ПО ¹⁾	1.2.1.6
Контрольная сумма исполняемого кода ²⁾	0x72892ED1
Алгоритм вычисления цифрового кода	CRC-32
¹⁾ Номер версии ПО не ниже указанного в таблице до версии 1.2.9.9.	
²⁾ Контрольная сумма файла относится к текущей версии ПО.	

Таблица 5 – Идентификационные данные прикладного ПО «Прикладное программное обеспечение дозиметра-радиометра ДРБП-03М»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	DRBP_IMD.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО ¹⁾	1.2
Контрольная сумма исполняемого кода ²⁾	5d726bb1b2cf8c38001caad87a 010f98993b28a49b816b93bd1adfd598530db1
Алгоритм вычисления цифрового кода	SHA256
¹⁾ Номер версии ПО не ниже указанного в таблице до версии 9.9.	
²⁾ Контрольная сумма файла относится к текущей версии ПО.	

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД и АЭД фотонного излучения для Пульта ДРБП-03М

10.1.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения для Пульта ДРБП-03М осуществляется методом прямых измерений в коллимированном пучке гамма-излучения источника цезий-137.

10.1.2 Измерения МАЭД фотонного излучения для Пульта ДРБП-03М проводятся при значениях МАЭД, которые находятся в диапазонах:

- от $0,8 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-6}$ Зв/ч;
- от $8,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-5}$ Зв/ч;
- от $8,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,2 \cdot 10^{-2}$ Зв/ч;
- от $8,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,2 \cdot 10^{-1}$ Зв/ч;
- от 6 до 8 Зв/ч.

Примечание – Первые два значения МАЭД соответствуют чувствительному счетчику (ниже 5 мЗв/ч), остальные значения МАЭД соответствуют грубому счетчику (выше 5 мЗв/ч).

10.1.3 Для проведения поверки методом прямых измерений выполнить следующие операции:

10.1.3.1 Включить дозиметр-радиометр в режиме измерений МАЭД.

10.1.3.2 Расположить Пульт ДРБП-03М в поле коллимированного пучка фотонного излучения таким образом, чтобы эффективный центр располагался на центральной оси пучка гамма-излучения. На задней стороне корпуса Пульта ДРБП-03М нанесены две отметки «+», обозначенные «1» и «2». Обозначение «1» соответствует эффективному центру грубого счетчика, обозначение «2» – эффективному центру чувствительного счетчика. Эффективные центры находятся на глубине 12 мм от поверхности с метками.

10.1.3.3 Создать в месте эффективного центра Пульта ДРБП-03М значение МАЭД в диапазоне от $0,8 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-6}$ Зв/ч (указанное в п. 10.1.2).

10.1.3.4 Через 60 с после начала облучения зафиксировать не менее 10 показаний МАЭД $H(\dot{10})_{ij}^*$, Зв/ч, с интервалом от 60 до 80 с, для j-го значения МАЭД ($j=1$) по п. 10.1.2.

10.1.3.5 Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений МАЭД $H(\dot{10})_j^*$, Зв/ч, и относительное среднеквадратическое отклонение (далее – СКО) $\sigma_{мдж}$, %, для j-го значения МАЭД по п. 10.1.2 по формулам (1) и (2), соответственно

$$H(\dot{10})_j^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H(\dot{10})_{ij}^* \quad (1)$$

$$\sigma_{мдж} = \frac{1}{H(\dot{10})_j^*} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H(\dot{10})_{ij}^* - H(\dot{10})_j^*)^2}{n-1}} \cdot 100 \quad (2)$$

10.1.3.6 Создать в месте эффективного центра счетчика Пульта ДРБП-03М другие j значения МАЭД в диапазонах, указанных в п. 10.1.2. Выполнить операции по пп. 10.1.3.4 – 10.1.3.5.

10.1.3.7 Вычислить для каждого j-го значения МАЭД основную относительную погрешность измерения МАЭД, δ_j , %, по формуле

$$\delta_j = \frac{H(\dot{10})_j^* - H(\dot{10})_{этj}^*}{H(\dot{10})_{этj}^*} \cdot 100 \quad (3)$$

где $H(\dot{10})_{этj}^*$ – значение МАЭД, воспроизводимое эталоном, Зв/ч.

Вычислить доверительные границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, по формуле

$$\delta_j = \frac{\varepsilon + \theta}{\sigma_{мдж} + S_\theta} \cdot \sqrt{\sigma_{мдж}^2 + S_\theta^2} \quad (4)$$

где ε – доверительные границы случайной относительной погрешности измерений, %,

$$\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{n}} t_P \cdot \sigma_{мдж};$$

t_P – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n ;

$\sigma_{мдж}$ – относительное СКО результата измерений в точке измерений для j-го значения МАЭД, %;

θ – границы относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений (при $P = 0,95$), %:

$$\theta = \delta_j + \delta_{эт} \quad (5)$$

S_θ – СКО неисключенной систематической относительной погрешности, %, вычисляемое по формуле:

$$S_\theta = \frac{\delta_j}{\sqrt{3}} + \frac{\delta_{эт}}{K} \quad (6)$$

где $\delta_{эт}$ – относительная погрешность воспроизведения МАЭД эталоном (согласно сведениям об аттестации эталона или поверки средства измерений), %,

δ_j – относительная погрешность по формуле (3), %;

$K = \sqrt{3}$ в случае, если нормировано предельное значение характеристики погрешности эталона;

$K = 2$ в случае, если нормированы доверительные границы характеристик погрешности эталона.

Определить относительную погрешность измерений МАЭД фотонного излучения каждого измерения по формуле:

$$\theta_{отн\ i} = \frac{H(\dot{10})_{ij}^* - H(\dot{10})_{эт}^*}{H(\dot{10})_{эт}^*} \cdot 100 \% \quad (7)$$

где $H(10)_{ij}^*$ – измеренные значения МАЭД фотонного излучения.

Измерения повторить для всех точек в соответствии с п. 10.1.2.

10.1.4 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений МАЭД фотонного излучения, вычисленная по формуле (4), и относительная погрешность измерений МАЭД фотонного излучения каждого измерения, вычисленная по формуле (7), находятся в пределах допускаемой основной относительной погрешности в диапазоне от 0,10 до 0,60 мкЗв/ч включ. $\pm(10+3/N) \%$, где N – измеренная величина МАЭД, выраженная в мкЗв/ч; в диапазоне св. 0,60 мкЗв/ч до 10 Зв/ч $\pm 15 \%$.

10.1.5 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений АЭД фотонного излучения для Пульта ДРБП-03М осуществляется в следующем порядке.

10.1.5.1 Включить Пульт ДРБП-03М в режиме измерений АЭД.

10.1.5.2 Расположить Пульт ДРБП-03М в поле коллимированного пучка фотонного излучения согласно п. 10.1.3.2, таким образом, чтобы на центральной оси пучка гамма-излучения располагался соответствующий эффективный счетчика Пульта ДРБП-03М.

10.1.5.3 Измерения АЭД фотонного излучения для Пульта ДРБП-03М проводятся при значениях АЭД, которые находятся в диапазонах:

- от $8,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,2 \cdot 10^{-2}$ Зв;
- от $8,0 \cdot 10^{-2}$ до $1,2 \cdot 10^{-1}$ Зв;
- от 6 до 8 Зв.

10.1.5.4 Выполнить операции по пп. 10.1.5.2 – 10.1.5.3. В каждой точке измерения повторить не менее 10 раз.

10.1.5.5 Вычислить СКО результатов измерений АЭД $H(10)_j^*$, Зв, и относительное СКО σ_{dj} , %, для j -го значения АЭД по формулам:

$$H(10)_j^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H(10)_{ij}^* \quad (8)$$

$$\sigma_{dj} = \frac{1}{H(10)_j^*} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H(10)_{ij}^* - H(10)_j^*)^2}{n-1}} \cdot 100 \quad (9)$$

10.1.5.6 Вычислить для каждого j -го значения АЭД основную относительную погрешность измерений АЭД, δ_j , %, по формуле

$$\delta_j = \frac{H(10)_j^* - H(10)_{этj}^*}{H(10)_{этj}^*} \cdot 100 \quad (10)$$

где $H(10)_{этj}^*$ – значение АЭД, воспроизводимое эталоном, Зв.

Вычислить доверительные границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, по формуле

$$\delta_{0,95j} = \frac{\varepsilon + \theta}{\sigma_{dj} + S_\theta} \cdot \sqrt{\sigma_{dj}^2 + S_\theta^2} \quad (11)$$

где ε – доверительные границы случайной относительной погрешности измерений, %,

$$\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{n}} t_P \cdot \sigma_{dj};$$

t_P – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n ;

σ_{dj} – относительное СКО результата измерений в точке измерений для j -го значения АЭД, %;
 θ – границы относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений (при $P = 0,95$), %;

$$\theta = \delta_j + \delta_{эт} \quad (12)$$

S_θ – СКО неисключенной систематической относительной погрешности, %, вычисляемое по формуле:

$$S_\theta = \frac{\delta_j}{\sqrt{3}} + \frac{\delta_{эт}}{K} \quad (13)$$

где $\delta_{эт}$ – относительная погрешность воспроизведения АЭД эталоном (согласно сведениям об аттестации эталона или поверки средства измерений), %;

δ_j – относительная погрешность по формуле (10), %;

$K = \sqrt{3}$ в случае, если нормировано предельное значение характеристики погрешности эталона;

$K = 2$ в случае, если нормированы доверительные границы характеристик погрешности эталона.

В данном случае относительная погрешность измерений времени является незначимой и не учитывается.

Определить относительную погрешность измерений АЭД фотонного излучения каждого измерения по формуле:

$$\theta_{\text{отн } i} = \frac{H(10)_{ij}^* - H(10)_{эт}^*}{H(10)_{эт}^*} \cdot 100 \% \quad (14)$$

где $H(10)_{ij}^*$ – измеренные значения АЭД фотонного излучения, Зв.

Измерения повторить для всех точек в соответствии с п. 10.1.5.3.

10.1.5.7 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений АЭД фотонного излучения, вычисленная по формуле (11), и относительная погрешность измерений АЭД фотонного излучения каждого измерения, вычисленная по формуле (14), находятся в пределах допускаемой основной относительной погрешности ± 15 %.

10.2 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения с блоком детектирования БДГ-01М

10.2.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД фотонного излучения с блоком детектирования БДГ-01М осуществляется методом прямых измерений в коллимированном пучке гамма-излучения источника цезий-137.

10.2.2 Измерения МАЭД фотонного излучения с блоком детектирования БДГ-01М проводятся при значениях МАЭД, которые находятся в диапазонах:

- от $0,8 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-6}$ Зв/ч;
- от $8,0 \cdot 10^{-5}$ до $1,2 \cdot 10^{-4}$ Зв/ч;
- от $8,0 \cdot 10^{-3}$ до $1,2 \cdot 10^{-2}$ Зв/ч.

10.2.3 Включить дозиметр-радиометр с подключенным к Пульту ДРБП-03М блоком детектирования БДГ-01М.

10.2.4 Расположить блок детектирования БДГ-01М в поле коллимированного пучка фотонного излучения таким образом, чтобы эффективный центр располагался на центральной оси пучка гамма-излучения. Положение эффективного центра обозначено на боковой поверхности корпуса БДГ-01М знаком «+» и находится на глубине 35 мм от поверхности с меткой.

10.2.5 Создать в месте эффективного центра блока детектирования БДГ-01М значение МАЭД в диапазоне от $0,8 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-6}$ Зв/ч.

10.2.6 Через 60 с после начала облучения зафиксировать не менее 10 показаний МАЭД $H(10)_{ij}^*$, Зв/ч, с интервалом от 60 до 80 с, для j -го значения МАЭД ($j=1$) по п. 10.2.2.

10.2.7 Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений МАЭД $H(10)_j^*$, Зв/ч, и относительное СКО $\sigma_{\text{МД}j}$, %, для j -го значения МАЭД по п. 10.2.2 по формулам (1) и (2) соответственно.

10.2.8 Создать в месте эффективного центра блока детектирования БДГ-01М другие j значения МАЭД в диапазонах, указанных в п. 10.2.2. Выполнить операции по пп. 10.2.6 – 10.2.7.

10.2.9 Вычислить для каждого j -го значения МАЭД доверительные границы относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$, $\delta_{0,95j}$, %, по формуле (4).

10.2.10 Определить относительную погрешность измерений МАЭД фотонного излучения каждого измерения по формуле:

$$\theta_{\text{отн } i} = \frac{H(10)_{ij}^* - H(10)_{\text{эт}}^*}{H(10)_{\text{эт}}^*} \cdot 100 \% \quad (15)$$

где $H(10)_{ij}^*$ – измеренные значения МАЭД фотонного излучения, Зв/ч.

10.2.11 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений МАЭД фотонного излучения, вычисленная по формуле (4), и относительная погрешность измерений МАЭД фотонного излучения каждого измерения, вычисленная по формуле (15), находятся в пределах допускаемой основной относительной погрешности в диапазоне от 0,10 до 0,40 мкЗв/ч включ. $\pm(10+2/H) \%$, где H – измеренная величина МАЭД, выраженная в мкЗв/ч; в диапазоне св. 0,40 мкЗв/ч до 50 мЗв/ч $\pm 15 \%$.

10.3 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения с блоком детектирования БДБГ-П

10.3.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений МАЭД гамма-излучения с блоком детектирования БДБГ-П осуществляется методом прямых измерений в коллимированном пучке гамма-излучения источника цезий-137.

10.3.2 Измерения МАЭД гамма-излучения с блоком детектирования БДБГ-П проводятся при значениях МАЭД, которые находятся в диапазонах:

- от $0,8 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-6}$ Зв/ч;
- от $8,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-5}$ Зв/ч;
- от $4,0 \cdot 10^{-4}$ до $8,0 \cdot 10^{-4}$ Зв/ч.

10.3.3 Включить дозиметр-радиометр с подключенным к Пульту ДРБП-03М блоком детектирования БДБГ-П.

10.3.4 Расположить блок детектирования БДБГ-П в поле коллимированного пучка гамма-излучения таким образом, чтобы эффективный центр располагался на центральной оси пучка гамма-излучения. Положение эффективного центра обозначено на боковой поверхности корпуса БДБГ-П знаком «+» и находится на глубине 35 мм от поверхности с меткой.

10.3.5 Создать в месте эффективного центра блока детектирования БДБГ-П значение МАЭД в диапазоне от $0,8 \cdot 10^{-6}$ до $1,2 \cdot 10^{-6}$ Зв/ч (указанное в п. 10.3.2).

10.3.6 Через 60 с после начала облучения зафиксировать не менее 10 показаний МАЭД $H(10)_{ij}^*$, Зв/ч, с интервалом от 60 до 80 с, для j -го значения МАЭД ($j=1$) по п. 10.3.2.

10.3.7 Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений МАЭД $H(10)_j^*$, Зв/ч, и относительное СКО $\sigma_{мдj}$, %, для j -го значения МАЭД по п. 10.3.2 по формулам (1) и (2) соответственно.

10.3.8 Создать в месте эффективного центра блока детектирования БДБГ-П другие j значения МАЭД в диапазонах, указанных в п. 10.3.2. Выполнить операции по пп. 10.3.4 – 10.3.6.

10.3.9 Вычислить для каждого j -го значения МАЭД доверительные границы относительной погрешности при доверительной вероятности $P = 0,95$, $\delta_{0,95j}$, %, по формуле (4).

10.3.10 Определить относительную погрешность измерений МАЭД гамма-излучения каждого измерения по формуле:

$$\theta_{\text{отн } i} = \frac{H(10)_{ij}^* - H(10)_{\text{эт}}^*}{H(10)_{\text{эт}}^*} \cdot 100 \% \quad (16)$$

где $H(10)_{ij}^*$ – измеренные значения МАЭД гамма-излучения.

10.3.11 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений МАЭД гамма-излучения, вычисленная по формуле (4), и относительная погрешность измерений МАЭД гамма-излучения каждого измерения, вычисленная по формуле (16), находятся в пределах допускаемой основной относительной погрешности ± 30 %.

10.4 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПП альфа-частиц с блоком детектирования БДБА-02М

10.4.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПП альфа-частиц с блоком детектирования БДБА-02М осуществляется методом прямых измерений с применением источников альфа-излучения типа П9 с радионуклидом ^{239}Pu для точек, равномерно распределенных в диапазоне измерений ПП альфа-частиц от $2,0$ до $5 \cdot 10^6 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

Рекомендуемые точки для измерений в диапазонах:

- от $1 \cdot 10^1$ до $1 \cdot 10^2 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;
- от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;
- от $1 \cdot 10^6$ до $5 \cdot 10^6 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

10.4.2 Включить дозиметр-радиометр с подключенным к Пульту ДРБП-03М блоком детектирования БДБА-02М. Измерения проводить без крышек. Расположить входное окно блока детектирования БДБА-02М по центру источника альфа-излучения (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Размещение БДБА-02М и источника типа П9 при поверке

10.4.3 Через 60 с после начала облучения зафиксировать не менее 10 показаний ПП альфа-частиц, с интервалом от 160 до 180 с (для значений ПП альфа-частиц от $1 \cdot 10^1$ до $6 \cdot 10^3 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$) и от 60 до 80 с (для остальных значений ПП альфа-частиц).

10.4.4 Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений ПП, $\bar{\varphi}$, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, и относительное СКО $\sigma_{\varphi j}$, %, для j -го значения ПП по формулам:

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varphi_i \quad (17)$$

$$\sigma_{\varphi} = \frac{1}{\bar{\varphi}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varphi_i - \bar{\varphi})^2}{n-1}} \cdot 100 \quad (18)$$

10.4.5 Вычислить для каждого j -го значения ПП основную относительную погрешность измерений ПП, δ_{φ} , %, по формуле

$$\delta_{\varphi} = \frac{\bar{\varphi} \cdot k_A - \varphi_{\text{эт}}}{\varphi_{\text{эт}}} \cdot 100 \quad (19)$$

где $\bar{\varphi}$ – среднее арифметическое значение результатов измерений ПП альфа-частиц поверяемым дозиметром-радиометром, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;

k_A – поправочный коэффициент, равный отношению площади рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М и площади активной поверхности эталонного радионуклидного источника (площадь рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М равна $14,0 \text{ см}^2$). Поправочный коэффициент применяется только если площадь активной поверхности эталонного радионуклидного источника меньше площади рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М;

$\varphi_{\text{эт}}$ – значение ПП альфа-частиц, воспроизводимое эталонным радионуклидным источником с учетом площади активной поверхности источника, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

Вычислить доверительные границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, по формуле

$$\delta_{0,95j} = \frac{\varepsilon + \theta}{\sigma_{\varphi j} + S_{\theta}} \cdot \sqrt{\sigma_{\varphi j}^2 + S_{\theta}^2} \quad (20)$$

где ε – доверительные границы случайной относительной погрешности измерений, %;

$$\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{n}} t_P \cdot \sigma_{\varphi j};$$

t_P – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n ;

$\sigma_{\varphi j}$ – относительное СКО результата измерений в точке измерений для j -го значения ПП, %;

θ – границы относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений (при $P = 0,95$), %:

$$\theta = \delta_{\varphi} + \delta_{\text{эт}} \quad (21)$$

S_{θ} – СКО неисключенной систематической относительной погрешности, %, вычисляемое по формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\delta_{\varphi}}{\sqrt{3}} + \frac{\delta_{\text{эт}}}{K} \quad (22)$$

где $\delta_{\text{эт}}$ – относительная погрешность воспроизведения ПП эталоном (согласно сведениям об аттестации эталона или поверки средства измерений), %;

δ_{φ} – относительная погрешность по формуле (19), %;

$K = \sqrt{3}$ в случае, если нормировано предельное значение характеристики погрешности эталона;

$K = 2$ в случае, если нормированы доверительные границы характеристик погрешности эталона.

Определить относительную погрешность измерений ПП каждого измерения по формуле:

$$\delta_{\varphi i} = \frac{\varphi_i \cdot k_A - \varphi_{\text{эт}}}{\varphi_{\text{эт}}} \cdot 100 \% \quad (23)$$

где φ_i – измеренные значения ПП, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

Измерения повторить для всех точек в соответствии с п. 10.4.1.

10.4.6 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений ПП альфа-частиц, вычисленная по формуле (20), и относительная погрешность измерений ПП альфа-частиц каждого измерения, вычисленная по формуле (23), находятся в пределах допускаемой основной относительной погрешности в диапазоне от 2,0 до 6,0 $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ включ. $\pm(20+60/P)$, где P – измеренная величина ПП альфа-частиц, выраженная в $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, в диапазоне св. 6,0 до $5,0 \cdot 10^6 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2} \pm 30 \%$.

10.5 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu) с блоком детектирования БДБА-02М

10.5.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu) с блоком детектирования БДБА-02М осуществляется методом прямых измерений.

Измерения провести для радионуклида ^{239}Pu в геометрии П9 для точек, равномерно распределенных в диапазоне измерений ПА радионуклида ^{239}Pu от $6,7 \cdot 10^{-2}$ до $1,7 \cdot 10^5 \text{ Бк} \cdot \text{см}^{-2}$ в следующих точках:

- от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^0 \text{ Бк} \cdot \text{см}^{-2}$;
- от $1 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^3 \text{ Бк} \cdot \text{см}^{-2}$;
- от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^5 \text{ Бк} \cdot \text{см}^{-2}$.

В каждой точке провести не менее 10 измерений.

10.5.2 Включить дозиметр-радиометр с подключенным к Пульту ДРБП-03М блоком детектирования БДБА-02М в режиме ПА альфа-излучающих радионуклидов. Измерения проводить без крышек.

10.5.3 Расположить входное окно блока детектирования БДБА-02М по центру источника альфа-излучения (см. рис. 1).

10.5.4 Через 60 с после начала измерений зафиксировать не менее 10 показаний ПА альфа-излучающих радионуклидов, с интервалом от 60 до 80 с.

10.5.5 Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений ПА $\overline{A_s}$, $\text{Бк} \cdot \text{см}^{-2}$, и относительное СКО $\sigma_{A_s j}$, %, для j -го значения ПА по формулам:

$$\overline{A_s} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{s i} \quad (24)$$

$$\sigma_{A_s} = \frac{1}{\overline{A_s}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_{s i} - \overline{A_s})^2}{n-1}} \cdot 100 \quad (25)$$

10.5.6 Вычислить для каждого j -го значения ПА основную относительную погрешность измерений ПА, δ_A , %, по формуле

$$\delta_A = \frac{\overline{A_s} \cdot k_A - A_{s \text{эт}}}{A_{s \text{эт}}} \cdot 100 \quad (26)$$

где $\overline{A_s}$ – среднее арифметическое значение результатов измерений ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu) поверяемым дозиметром-радиометром, $\text{Бк} \cdot \text{см}^{-2}$;

k_A – поправочный коэффициент, равный отношению площади рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М и площади активной поверхности эталонного радионуклидного источника (площадь рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М равна $14,0 \text{ см}^2$).

Поправочный коэффициент применяется только если площадь активной поверхности эталонного радионуклидного источника меньше площади рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М;

$A_{S_{\text{эт}}}$ – значение ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu), воспроизводимое эталонным радионуклидным источником с учетом площади активной поверхности источника, $\text{Бк}\cdot\text{см}^{-2}$.

10.5.7 Вычислить доверительные границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, по формуле

$$\delta_{0,95j} = \frac{\varepsilon + \theta}{\sigma_{A_{Sj}} + S_{\theta}} \cdot \sqrt{\sigma_{A_{Sj}}^2 + S_{\theta}^2} \quad (27)$$

где ε – доверительные границы случайной относительной погрешности измерений, %;

$$\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{n}} t_P \cdot \sigma_{A_{Sj}};$$

t_P – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n ;

$\sigma_{A_{Sj}}$ – относительное СКО результата измерений в точке измерений для j -го значения ПА, %;

θ – границы относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений (при $P = 0,95$), %:

$$\theta = \delta_A + \delta_{\text{эт}} \quad (28)$$

S_{θ} – СКО неисключенной систематической относительной погрешности, %, вычисляемое по формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\delta_A}{\sqrt{3}} + \frac{\delta_{\text{эт}}}{K} \quad (29)$$

где $\delta_{\text{эт}}$ – относительная погрешность воспроизведения ПА эталоном (согласно сведениям об аттестации эталона или поверки средства измерений с учетом площади активной поверхности источника), %;

δ_A – относительная погрешность по формуле (26), %;

$K = \sqrt{3}$ в случае, если нормировано предельное значение характеристики погрешности эталона;

$K = 2$ в случае, если нормированы доверительные границы характеристик погрешности эталона.

Определить относительную погрешность измерений ПА каждого измерения по формуле:

$$\delta_{A_{Si}} = \frac{A_{Si} \cdot K_A - A_{S_{\text{эт}}}}{A_{S_{\text{эт}}}} \cdot 100 \% \quad (30)$$

где A_{Si} – измеренные значения ПА, $\text{Бк}\cdot\text{см}^{-2}$.

Измерения повторить для всех точек в соответствии с п. 10.5.1.

10.5.8 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu), вычисленная по формуле (27), и относительная погрешность измерений ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu) каждого измерения, вычисленная по формуле (30), находятся в пределах допускаемой основной относительной погрешности в диапазоне от $6,7 \cdot 10^{-2}$ до $0,2 \text{ Бк}\cdot\text{см}^{-2}$ включ. $\pm(20+2/P)$, где P – измеренная величина ПА альфа-излучающих радионуклидов (^{239}Pu), выраженная в $\text{Бк}\cdot\text{см}^{-2}$, в диапазоне св. $0,2$ до $1,7 \cdot 10^5 \text{ Бк}\cdot\text{см}^{-2} \pm 30 \%$.

10.6 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПП бета-частиц с блоком детектирования БДБА-02М

10.6.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПП бета-частиц с блоком детектирования БДБА-02М осуществляется

методом прямых измерений с применением источников бета-излучения типа С0 с радионуклидом $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ для точек, равномерно распределенных в диапазоне измерений ПП бета-частиц от 5 до $1 \cdot 10^8 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

Рекомендуемые точки для измерений, находящиеся в диапазонах:

- от $1 \cdot 10^1$ до $1 \cdot 10^2 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;
- от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^5 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;
- от $1 \cdot 10^7$ до $1 \cdot 10^8 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

10.6.2 Включить дозиметр-радиометр с подключенным к Пульту ДРБП-03М блоком детектирования БДБА-02М в режиме измерений ПП бета-частиц. Измерения в диапазоне ПП бета-частиц от 5,0 до $1,0 \cdot 10^7$ включ. $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ проводить с крышкой-фильтром № 1. Измерения в диапазоне ПП бета-частиц св. $1,0 \cdot 10^7$ до $1,0 \cdot 10^8 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ проводить с крышкой № 2 (коллиматором бета-излучения). Перед установкой крышки № 2 крышку-фильтр № 1 необходимо снять. Измерения выполнять согласно указаниям Руководства по эксплуатации.

10.6.3 Расположить входное окно блока детектирования БДБА-02М по центру источника бета-излучения (см. рис. 2).



Рисунок 2 – Размещение БДБА-02М и источника типа С0 при поверке

10.6.4 Через 60 с после начала облучения зафиксировать не менее 10 показаний ПП бета-частиц, с интервалом от 160 до 180 с (для значений плотности потока бета-частиц от $6 \cdot 10^2$ до $6 \cdot 10^3 \text{ мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$) и от 60 до 80 с (для остальных значений плотности потока бета-частиц).

10.6.5 Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений ПП, $\bar{\varphi}$, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, и относительное СКО $\sigma_{\varphi j}$, %, для j -го значения ПП по формулам:

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \varphi_i \quad (31)$$

$$\sigma_{\varphi} = \frac{1}{\bar{\varphi}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\varphi_i - \bar{\varphi})^2}{n - 1}} \cdot 100 \quad (32)$$

10.6.6 Вычислить для каждого j -го значения ПП основную относительную погрешность измерений ПП, δ_{φ} , %, по формуле

$$\delta_{\varphi} = \frac{\bar{\varphi} \cdot k_{\text{В}} - \varphi_{\text{ЭТ}}}{\varphi_{\text{ЭТ}}} \cdot 100 \quad (33)$$

где $\bar{\varphi}$ – среднее арифметическое значение результатов измерений ПП бета-частиц поверяемым дозиметром-радиометром, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$;

k_B – поправочный коэффициент, равный отношению площади рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М и площади активной поверхности эталонного радионуклидного источника (площадь рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М равна $14,0 \text{ см}^2$). Поправочный коэффициент применяется только если площадь активной поверхности эталонного радионуклидного источника меньше площади рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М;

$\varphi_{\text{эт}}$ – значение ПП бета-частиц, воспроизводимое эталонным радионуклидным источником с учетом площади активной поверхности источника, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

10.6.7 Вычислить доверительные границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, по формуле

$$\delta_{0,95j} = \frac{\varepsilon + \theta}{\sigma_{\varphi j} + S_{\theta}} \cdot \sqrt{\sigma_{\varphi j}^2 + S_{\theta}^2} \quad (34)$$

где ε – доверительные границы случайной относительной погрешности измерений, %;

$$\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{n}} t_P \cdot \sigma_{\varphi j};$$

t_P – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n ;

$\sigma_{\varphi j}$ – относительное СКО результата измерений в точке измерений для j -го значения ПП, %;

θ – границы относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений (при $P = 0,95$), %:

$$\theta = \delta_{\varphi} + \delta_{\text{эт}} \quad (35)$$

S_{θ} – СКО неисключенной систематической относительной погрешности, %, вычисляемое по формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\delta_{\varphi}}{\sqrt{3}} + \frac{\delta_{\text{эт}}}{K} \quad (36)$$

где $\delta_{\text{эт}}$ – относительная погрешность воспроизведения ПП эталоном (согласно сведениям об аттестации эталона или поверки средства измерений), %;

δ_{φ} – относительная погрешность по формуле (33), %;

$K = \sqrt{3}$ в случае, если нормировано предельное значение характеристики погрешности эталона;

$K = 2$ в случае, если нормированы доверительные границы характеристик погрешности эталона.

Определить относительную погрешность измерений ПП каждого измерения по формуле:

$$\delta_{\varphi i} = \frac{\varphi_i \cdot k_A - \varphi_{\text{эт}}}{\varphi_{\text{эт}}} \cdot 100 \% \quad (37)$$

где φ_i – измеренные значения ПП, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$.

Измерения повторить для всех точек в соответствии с п. 10.6.1.

10.6.8 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений ПП бета-частиц, вычисленная по формуле (34), и относительная погрешность измерений ПП бета-частиц каждого измерения, вычисленная по формуле (37), находятся в пределах допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %.

10.7 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПА бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) с блоком детектирования БДБА-02М

10.7.1 Проверка диапазона измерений и определение основной относительной погрешности измерений ПА бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) с блоком детектирования БДБА-02М осуществляется методом прямых измерений.

Измерения провести для радионуклидов $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ в геометрии С0 для точек, равномерно распределенных в диапазоне измерений ПА радионуклидов $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ от $2,2 \cdot 10^{-1}$ до $4,4 \cdot 10^5$ Бк·см⁻² в следующих точках:

- от $3 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^1$ Бк·см⁻²;
- от $1 \cdot 10^1$ до $1 \cdot 10^2$ Бк·см⁻²;
- от $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^4$ Бк·см⁻²;
- от $5 \cdot 10^4$ до $4,4 \cdot 10^5$ Бк·см⁻².

В каждой точке провести не менее 10 измерений.

10.7.2 Включить дозиметр-радиометр с подключенным к пульту ДРБП-03М блоком детектирования БДБА-02М в режиме измерений ПА бета-излучающих радионуклидов. Измерения проводить с крышкой-фильтром № 1.

10.7.3 Расположить входное окно блока детектирования БДБА-02М по центру источника бета-излучения (см. рис. 2).

10.7.4 Через 60 с после начала измерений зафиксировать не менее 10 показаний ПА бета-излучающих радионуклидов, с интервалом от 60 до 80 с.

10.7.5 Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений ПА $\overline{A_s}$, Бк·см⁻², и относительное СКО $\sigma_{A_{sj}}$, %, для j -го значения ПА по формулам:

$$\overline{A_s} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{si} \quad (38)$$

$$\sigma_{A_s} = \frac{1}{\overline{A_s}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_{si} - \overline{A_s})^2}{n-1}} \cdot 100 \quad (39)$$

10.7.6 Вычислить для каждого j -го значения ПА основную относительную погрешность измерений ПА, δ_A , %, по формуле

$$\delta_A = \frac{\overline{A_s} \cdot k_B - A_{s_{\text{эт}}}}{A_{s_{\text{эт}}}} \cdot 100 \quad (40)$$

где $\overline{A_s}$ – среднее арифметическое значение результатов измерений ПА бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$) поверяемым дозиметром-радиометром, Бк·см⁻²;

k_B – поправочный коэффициент, равный отношению площади рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М и площади активной поверхности эталонного радионуклидного источника (площадь рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М равна 14,0 см²). Поправочный коэффициент применяется только если площадь активной поверхности эталонного радионуклидного источника меньше площади рабочей поверхности блока детектирования БДБА-02М;

$A_{s_{\text{эт}}}$ – значение ПА бета-излучающих радионуклидов ($^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$), воспроизводимое эталонным радионуклидным источником с учетом площади активной поверхности источника, Бк·см⁻².

10.7.7 Вычислить доверительные границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности $P = 0,95$, %, по формуле

$$\delta_{0,95j} = \frac{\varepsilon + \theta}{\sigma_{A_{sj}} + S_{\theta}} \cdot \sqrt{\sigma_{A_{sj}}^2 + S_{\theta}^2} \quad (41)$$

где ε – доверительные границы случайной относительной погрешности измерений, %;

$$\varepsilon = \frac{1}{\sqrt{n}} t_P \cdot \sigma_{A_{sj}};$$

t_P – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений n ;

$\sigma_{A_{sj}}$ – относительное СКО результата измерений в точке измерений для j -го значения ПА, %;

θ – границы относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений (при $P = 0,95$), %:

$$\theta = \delta_A + \delta_{\text{эт}} \quad (42)$$

S_{θ} – СКО неисключенной систематической относительной погрешности, %, вычисляемое по формуле:

$$S_{\theta} = \frac{\delta_A}{\sqrt{3}} + \frac{\delta_{\text{эт}}}{K} \quad (43)$$

где $\delta_{\text{эт}}$ – относительная погрешность воспроизведения ПА эталоном (согласно сведениям об аттестации эталона или поверки средства измерений с учетом площади активной поверхности источника), %;

δ_A – относительная погрешность по формуле (40), %;

$K = \sqrt{3}$ в случае, если нормировано предельное значение характеристики погрешности эталона;

$K = 2$ в случае, если нормированы доверительные границы характеристик погрешности эталона.

Определить относительную погрешность измерений ПА каждого измерения по формуле:

$$\delta_{A_{si}} = \frac{A_{si} \cdot k_B - A_{\text{эт}}}{A_{\text{эт}}} \cdot 100 \% \quad (44)$$

где A_{si} – измеренные значения ПА, Бк·см⁻².

Измерения повторить для всех точек в соответствии с п. 10.7.1.

10.7.8 Результаты операции поверки считать положительными, если относительная погрешность измерений ПА бета-излучающих радионуклидов (⁹⁰Sr+⁹⁰Y), вычисленная по формуле (41), и относительная погрешность измерений ПА бета-излучающих радионуклидов (⁹⁰Sr+⁹⁰Y) каждого измерения, вычисленная по формуле (44), находятся в пределах допускаемой основной относительной погрешности ± 20 %.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 ДРБП-03М признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

11.2 При положительных результатах поверки ДРБП-03М признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или действующими на момент поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений. По заявлению владельца ДРБП-03М или лица, предъявившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт ДРБП-03М вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Информация о результатах поверки с обязательным указанием сведений об объеме проведенной поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные

сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона N 102-ФЗ.

11.3 При отрицательных результатах поверки поверяемый ДРБП-03М признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или действующими на момент поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений. По заявлению владельца ДРБП-03М или лица, предъявившего его на поверку, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

11.4 Нанесение знака поверки на ДРБП-03М не предусмотрено. Пломбирование ДРБП-03М при поверке не предусмотрено.

11.5 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник НИО-4
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаб. 410
НИО-4 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.А. Картавенко

А.В. Берлянд