|  |
| --- |
| **ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО****ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ** |



 **НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГОСТ Р**

**СТАНДАРТ**

**РОССИЙСКОЙ**

**ФЕДЕРАЦИИ**

|  |
| --- |
|  |

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Жидкосцинтилляционные**

**радиометры**

**Методика поверки**

**Издание официальное**

**Москва**

**Российский институт стандартизации**

**2024**

**Предисловие**

1 Подготовлен Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

2 Внесен Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ №

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе — «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*[*www.rst.gov.ru*](http://www.rst.gov.ru/)*)*

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации », 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

# Введение

Настоящий стандарт разработан в целях реализации положений Федерального закона от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» и постановления Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 года № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

|  |
| --- |
| *Национальный стандарт Российской Федерации* |

**жидкосцинтилляционные радиометры**

**Методика поверки**

Liquid scintillation instruments

Verification procedure

|  |
| --- |
| **Дата введения – \_\_\_\_–\_\_–\_\_** |

## Область применения

Настоящий стандарт распространяется на жидкосцинтилляционные радиометры (далее - ЖС радиометры), предназначенные для измерений активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах, представляющих собой смесь исследуемого раствора и жидкого сцинтиллятора.

Настоящий стандарт устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Настоящий стандарт обеспечивает прослеживаемость поверяемых средств измерений (СИ) к Государственному первичному эталону активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников ГЭТ 6-2016 в соответствии с Государственной поверочной схемой (ГПС), установленной ГОСТ 8.033-2023.

## Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

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»

ГОСТ Р 8.736-2011. «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

### *3.1* Альфа-излучение: Корпускулярное излучение, состоящее из альфа-частиц, испускаемых в процессе ядерных превращений.

*3.2* **Бета-излучение:** Корпускулярное излучение, состоящее из отрицательно заряженных электронов или позитронов, возникающее при радиоактивном распаде ядер.

### *3.3* Активность радионуклида в источнике: Отношение числа спонтанных ядерных переходов из определённого энергетического состояния ядра радионуклида в источнике за интервал времени к этому интервалу A=dN/dt.

### *3.4 Фон (ионизирующего излучения):* Ионизирующее излучение, состоящее из естественного радиационного фона и ионизирующего излучения посторонних источников излучения.

*3.5* **Сцинтилляционный метод:** Метод измерений, основанный на регистрации световых вспышек - сцинтилляций, возникающих в сцинтилляционном детекторе под воздействием ионизирующего излучения.

*3.6* **Радиометр:** Прибор, предназначенный для измерения радиометрических физических величин - плотности потока частиц или фотонов, объемной, удельной активности радионуклидов в аэрозолях, газах, жидкостях.

## Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
| --- | --- | --- |
| первичной поверке | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр средства измерений | Да | Да | 9 |
| 2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Да | Да | 10 |
| 3 Проверка программного обеспечения средства измерений | Да | Да | 11 |
| 4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям | Да | Да | 12 |
| 4.1 Определение относительной погрешности измерений активности альфа-, бета-излучающих радионуклидов | Да | Да | 12.1 |
| 4.2 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям | Да | Да | 12.2 |

## Требования к условиям проведения поверки

Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха от +15 °С до +25 °С;

- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;

- атмосферное давление от 86 до 106,7 кПа;

- внешний радиационный фон

(мощность амбиентного эквивалента дозы) не более 0,2 мкЗв/ч.

## Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению измерений и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие профессиональные знания в области измерений ионизирующих излучений, имеющие допуск к работе с источниками ионизирующих излучений, допущенные к поверке средств измерений в установленном порядке.

## Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Эталоны и вспомогательные средства, применяемые при поверке

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
| --- | --- | --- |
| п. 10 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | Средство измерений температуры в диапазоне измерений от 0 до +40 ºC, цена деления 1 ºC.Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 80 до 107 кПа, относительная погрешность измерений не более ±3 %.Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 10 до 100 %, абсолютная погрешность измерений не более ±5 %.Средство измерений мощности амбиентного эквивалента дозы в диапазоне измерений от 0,1 мкЗв/ч до 10 Зв/ч, относительная погрешность измерений не более ±25 %. | Метеометры МЭС-200А, рег. № в ФИФ ОЕИ 27468-04;Дозиметры рентгеновского и гамма-излучения ДКС-АТ1123,рег. № в ФИФ ОЕИ 19793-19 |
| п. 12.1 Определение относительной погрешности измерений активности альфа-, бета-излучающих радионуклидов | Рабочие эталоны 1 разряда – стандартные образцы активности радионуклидов (смесь радионуклидногораствора и жидкого сцинтиллятора, объем смеси не менее 10 см3),радионуклиды – H-3, C-14,Sr-90+Y-90, Pu-239, Am-241.Интервал допускаемыхаттестованных значенийактивности радионуклида – от 500 до 5000 Бк.Допускаемое значение относительнойрасширенной неопределенностиаттестованного значения СО(при k = 2) – 5 %.Доверительные границы относительной погрешности при Р=0,95 аттестованного значения СО±5 %. | Стандартные образцы активности радионуклидов (набор АР-ЖС-ВНИИМ)Регистрационный № ГСО 12375-2023/ГСО 12379-2023 |
| *Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.* |

## Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

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

## Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

* наличие эксплуатационной документации на радиометр;
* соответствие комплектности радиометра требованиям эксплуатационной документации в объеме, необходимом для поверки;
* наличие действующей записи о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ (о первичной или предыдущей поверке (при периодической поверке));
* отсутствие видимых повреждений радиометра;
* наличие и сохранность пломб и маркировки.

## Подготовка к поверке и опробование средства измерений

## Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией на радиометр.

## Радиометр и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них. Стандартные образцы не вскрываются и не подлежат дополнительным манипуляциям перед установкой в радиометр.

## Проводят контроль условий поверки путем измерений температуры и относительной влажности окружающего воздуха, атмосферного давления и мощности амбиентного эквивалента дозы фонового облучения. Полученные результаты должны соответствовать требованиям к условиям проведения поверки, указанным в п. 5.

## Приготовить фоновый счетный образец, введя 10 мл жидкого сцинтиллятора с помощью микропипетки в стандартный флакон объемом 20 мл.

## При проведении опробования необходимо проверить работоспособность прибора с помощью негашеных стандартов из комплекта поставки радиометра (углеродного, тритиевого и фонового) согласно руководству по эксплуатации. В случае отсутствия негашеных стандартов в комплекте поставки радиометра необходимо включить радиометр, следуя указаниям эксплуатационной документации, установить фоновый счетный образец и убедиться в наличии показаний радиометра в режиме измерений.

##

##  Проверка программного обеспечения средства измерений

* 1. Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее - ПО) радиометра включает:

- проверку наличия и соответствия идентификационных наименований и номеров версий программных модулей ПО;

- проверкуцифровых идентификаторов (контрольная сумма исполняемого кода) программных модулей ПО.

* 1. Идентификационные данные ПО должны соответствовать указанным в описании типа (ОТ) на радиометр.
	2. Для отображения наименований и номеров версий ПО следует использовать указания эксплуатационной документации на радиометр (руководство оператора при наличии). Контрольная сумма для исполняемого файла ПО
	 рассчитывается по алгоритму MD5 при помощи стандартной программы MD5 FileChecker (либо аналогичной).
	3. Определенные при первичной поверке номер версии и цифровой идентификатор указывают в протоколе первичной поверки. Соответствие при периодической поверке подтверждается сравнением номера версии и вычисленного цифрового идентификатора, полученными при первичной поверке.

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

* 1. Определение относительной погрешности измерений активности альфа‑, бета-излучающих радионуклидов.
		1. Выполнить измерения фона и многократные измерения активности Н-3, С-14, Sr-90+Y-90, Pu-239, Am-241 в СО. Измерения выполнять в соответствии с эксплуатационной документацией на радиометр. Измерения активности каждого радионуклида в СО повторить не менее 5 раз.
		2. Рассчитать средние значения измеренных активностей для каждого радионуклида:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где *Ai*–активность радионуклида, полученная в *i*-том измерении;

*m* – число измерений (не менее 5).

* + 1. Определить относительное среднее квадратическое отклонение *S* результата измерений активности для каждого радионуклида по формуле (в процентах)

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

* + 1. Доверительные границы ε (без учета знака) случайной погрешности оценки активности каждого радионуклида вычислить по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где t – коэффициент Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности P и числа результатов измерений n находят по таблице, приведенной в приложении Д ГОСТ Р 8.736-2011.

* + 1. Определить границы неисключенной систематической погрешности оценки активности каждого радионуклида при доверительной вероятности P= 0,95

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

где  – границы неисключенной систематической погрешности (НСП) оценки активности радионуклида из паспорта СО, %;

 – границы неисключенной систематической погрешности метода измерений, %;

*A0* – активность радионуклида в СО (из паспорта СО), приведенная на дату измерений по формуле, указанной в паспорте СО, Бк.

Границы погрешности оценки удельной активности Δ (без учета знака) вычислить по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

где *K* – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП;

 – суммарное среднее квадратическое отклонение оценки поверхностной активности, %;

- среднее квадратическое отклонение НСП.

* + 1. Результаты поверки по п. 12.1 считаются положительными, если доверительные границы относительной погрешности активности каждого радионуклида не превышают предела относительной погрешности измерений активности, указанного в ОТ на радиометр.
	1. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям
		1. Радиометр признают соответствующим метрологическим требованиям, указанным в ОТ, и результаты поверки признают положительными, если операции по п.п. 9 – 12.1 выполнены с положительными результатами.
		2. Радиометр признают не соответствующим метрологическим требованиям, указанным в Описании типа, и результаты поверки признают отрицательными, если хотя бы одна операция по п.п. 9 – 12.1 выполнена с отрицательным результатом.

## Оформление результатов поверки

* 1. Все результаты заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.
	2. Сведения о результатах поверки радиометра в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке.
	3. По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке по установленной форме. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.
	4. Средство измерений, не прошедшее поверку, к обращению не допускается. По письменному заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, на него выдается извещение о непригодности по установленной форме с указанием причин несоответствия.

**Библиография**

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | 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» |
| [2] | ГОСТ Р 8.736-2011. «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения» |
| [3] | ГОСТ 14337-78 «Средства измерений ионизирующих излучений. Термины и определения» |
| [4] | ГОСТ Р 8.736-2011. «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения» |
| [5] | РМГ 29-2013 «Метрология. Термины и определения» |
| [6] | РМГ 78-2005 «Излучения ионизирующие и их измерения» |
| [7] | Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 28.08.2020 № 2907 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений» |

**Приложение**

(рекомендуемое)

**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

**№ \_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_ г.**

**к свидетельству о поверке (извещению о непригодности) № \_\_\_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_ г.**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование средства измерений, тип |  |
| Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений |  |
| Заводской номер |  |
| Изготовитель |  |
| Год выпуска |  |
| Заказчик (наименование и юридический адрес) |  |
| Серия и номер свидетельства предыдущей поверки (если имеются) |  |
| Дата предыдущей поверки |  |

**Вид поверки:**

**Методика поверки:**

**Средства поверки:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование и регистрационные номера эталонов, средств 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 |  |
| Внешний фон гамма-излучения, мкЗв/ч | не более 0,2 |  |

**Результаты поверки**

**1 Внешний осмотр средства измерений**

Руководство по эксплуатации *имеется (не имеется)*.

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

Повреждения радиометра, влияющие на его метрологические характеристики, *отсутствуют (присутствуют)*.

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

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

**2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

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

Радиометр *исправен (не исправен)*.

Результаты опробования *положительные (отрицательные)*.

**3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)**

Результаты подтверждения соответствия ПО

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Идентификационные данные (признаки) | Значение в ОТ | Значение |
| Наименование ПО |  |  |
| Идентификационное наименование ПО |  |  |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО |  |  |
| Цифровой идентификатор ПО |  |  |

Результаты подтверждения соответствия ПО *положительные (отрицательные).*

**4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям**

4.1 Определение относительной погрешности измерений активности альфа‑, бета-излучающих радионуклидов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Радионуклид | Доверительные границы относительной погрешности измерений активности (Р=0,95), % | Предельное значение, % |
|  |  |  |

Результаты проверки по п. 4.1 *положительные (отрицательные)*.

**Заключение:**Радиометр зав. № \_\_\_\_\_\_\_ *соответствует (не соответствует)* предъявляемым требованиям и признан *пригодным (непригодным)* к применению.

**На основании результатов поверки выдано (по заявлению заказчика):**

Свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

(Извещение о непригодности № \_\_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

Причина непригодности: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

**Номер записи сведений о результатах поверки в ФИФ:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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.*

|  |
| --- |
|  |
| УДК 539.1.074 ОКС 17.240Ключевые слова: стандартные образцы, эталоны, поверка, жидкосцинтилляционный |
|  |  |
|  |

Руководитель организации-разработчика

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Н. Пронин

Руководитель разработки

И.о. руководителя

научно-исследовательского отдела

 измерений ионизирующих излучений

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Г.В. Жуков

Исполнители

Зам. руководителя отдела

измерений ионизирующих излучений

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т.И. Шильникова