

Основные изменения в Государственной поверочной схеме для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников

В настоящей работе представлен обзор основных изменений в Государственной поверочной схеме для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников (ГПС), регламентированной ГОСТ 8.033-2023 [1]. Приведены основные понятия, объясняющие место и роль поверочных схем в обеспечении единства измерений. Отражены наиболее значимые причины, приведшие к необходимости пересмотра действующей ранее ГПС, особое вниманиеделено последним внесенным изменениям и особенностям их применения для обеспечения единства измерений в области ионизирующих излучений.

Ключевые слова:

*Государственная поверочная схема,
обеспечение единства измерений, передача
единиц величин, эталоны.*

**Т.И.Шильникова, Г.В.Жуков,
А.В.Заневский, Н.Н.Моисеев,
А.А.Осокина, А.А.Щепилова,
М.С.Эпов**

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», Санкт-Петербург

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 сентября 2023 г. № 814-ст в качестве национального стандарта Российской Федерации введен межгосударственный стандарт 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». Дата введения в действие – 1 октября 2023 г.

До введения ГОСТ 8.033-2023 за последние почти 30 лет последовательно сменили друг друга три ГПС, утратившие силу в настоящее время. Первая была регламентирована

ГОСТ 8.033-96, две последующие утверждены приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2841 от 28.12.2018 и № 3341 от 30 декабря 2022 г.

Следует отметить, что ГПС, утвержденные приказами Росстандарта, имеют силу только на территории РФ, в отличие от введенных в действие межгосударственных стандартов. ГОСТ 8.033-2023 существенно упростит и унифицирует применение ГПС в РФ и в государствах, являющихся участниками Соглашения о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации [2].

Для полноценного объяснения основных причин, которые привели к пересмотру ГПС, обратимся к ее эволюции и ключевым положениям нормативных правовых актов (Федеральные законы, подзаконные акты) и нормативных документов (межгосударственные и национальные стандарты, рекомендации по межгосударственной стандартизации, иные нормативные документы по стандартизации), устанавливающие назначение и роль государственных поверочных схем в обеспечение единства измерений в Российской Федерации.

Историю изменений ГПС до 2018 года нельзя назвать насыщенной и динамичной. Взамен ГОСТ 8.033-84 был утвержден ГОСТ 8.033-96, действовавший более 20 лет. Новая ГПС, вступившая в силу на основании приказа Росстандарта № 2841 в 2018 году, действовала примерно 4 года. На смену ей пришла ГПС (приказ Росстандарта № 3341 от 30.12.2022), функционировавшая менее 1 года. Эпопея обозримых изменений завершилась введением в действие ГОСТ 8.033-2023, предсказать срок функционирования которого заранее невозможно, особенно с учетом того факта, что ГПС должна быть «живым» рабочим документом, адаптируемым по мере необходимости к актуальным требованиям динамично меняющихся современных реалий.

ГПС, регламентированная ГОСТ 8.033-2023, является идентичной ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта № 3341 от 30 декабря 2022 г. Вышеописанная история изменений представлена в графическом виде на рис.1.

Прежде чем перейти к объяснению причин, приведших к существенным изменениям ГПС, рассмотрим основные термины и определения, касающиеся предмета нашего обсуждения.



Рис.1.

Термины и определения

Разбор основных понятий, относящихся к назначению государственных поверочных схем, позволит развеять зачастую бытующие заблуждения о том, что поверочная схема предназначена исключительно для поверки средств измерений (СИ), не зря же она называется «поверочная». Определенная логика в таких рассуждениях есть, но не стоит забывать, что не всегда название изменяется синхронно с сутью объекта, иногда устаревшие наименования и обозначения сохраняют свои позиции в течение долгого времени, переходя в устойчивые и привычные архаизмы.

Согласно Положению об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений (утв. постановлением Правительства РФ от 23.09.2010 № 734) [3]:

- государственная поверочная схема – документ, устанавливающий порядок передачи единицы величины от государственного первичного эталона единицы величины эталонам единицы величины, имеющим более низкие показатели точности, и средствам измерений.

Согласно п. 4.4 ГОСТ Р 8.885-2024 [4]:

- порядок передачи единиц величин от государственных первичных эталонов единиц величин эталонам единиц величин, имеющим более низкие показатели точности, и средствам измерений устанавливается государственными поверочными схемами.

Согласно п. 9.15 РМГ 29-2013 [5]:

- поверочная схема: иерархическая структура, устанавливающая соподчинение эталонов, участвующих в передаче единицы или шкалы измерений от исходного эталона средствам измерений (с указанием методов и погрешностей при передаче), утверждаемая в установленном порядке в виде нормативного документа.

Примечание: поверочная схема может быть использована для установления метрологической прослеживаемости результатов измерений.

Исходя из вышеприведенных положений, можно прийти к обоснованному выводу о том, что основная функция ГПС определена однозначно и заключается в установлении порядка передачи единиц величин от государственных первичных эталонов (ГПЭ) эталонам, имеющим более низкие показатели точности, и средствам измерений.

Проверка не фигурирует ни в одном из вышеприведенных определений, нет даже упоминаний о том, что ГПС предназначена для поверки, для исключения последних сомнений дополнительно приведем следующие определения из ст. 2 ФЗ 102 [6]:

п. 17: Проверка средств измерений (далее также – поверка) – совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;

п. 18: Прослеживаемость – свойство эталона единицы величины, средства измерений или результата измерений, заключающееся в документально подтвержденном установлении их связи с государственным первичным эталоном или национальным первичным эталоном иностранного государства соответствующей единицы величины посредством сличения эталонов единиц величин, поверки, калибровки средств измерений.

Из этих определений следует, что поверка является подтверждением соответствия характеристик СИ установленным требованиям, одной из форм подтверждения прослеживаемости и в соответствии со ст. 11 ФЗ 102 одной из форм государственного регулирования.

Согласно п. 22 [3]: Передача единицы величины от государственного эталона единицы величины осуществляется в соответствии с методикой аттестации эталона единицы величины,

методикой поверки средства измерений или методикой калибровки средства измерений при соблюдении условий применения эталона единицы величины. Методики аттестации эталонов единиц величин, методики поверки средств измерений и методики калибровки средств измерений должны соответствовать требованиям поверочных схем. В соответствии со ст.12 ФЗ 102 методика поверки данного типа СИ устанавливается при утверждении типа СИ.

Следовательно, ГПС действуют не ради поверки СИ, но применяются, в числе прочего, для разработки методик поверки и установления требований к применяемым при поверке эталонам. Система государственного регулирования обеспечения единства измерений направлена в первую очередь на поддержку правильного и бесперебойного функционирования средств измерений, что предъявляет особые требования к ГПС, которые должны одновременно соответствовать современным научным достижениям приборостроения и фактическому потенциалу эталонной базы. По этой причине пересмотр ГПС необходим в случаях создания новых видов эталонов, несоответствия существующих требований к эталонам современному научно-техническому уровню или невозможности передачи единиц величин с применением действующих эталонов.

Основные изменения и причины пересмотра Государственной поверочной схемы для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников

Основные преобразования передачи единиц от ГЭТ 6-2016 эталонам и СИ были отражены в ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2022 г. № 3341. Введение в действие ГОСТ 8.033-2023 в качестве национального стандарта не привнесло ни малейших изменений в действующую иерархическую структуру, поэтому точкой отсчета принятия кардинальных изменений в ГПС можно считать 1 февраля 2023 г.

Ниже описаны ключевые изменения с указанием обосновывающих факторов.

1. Введение стандартных образцов (СО) активности и удельной активности радионуклидов в качестве нового вида вторичных и рабочих эталонов для передачи единиц активности и удельной активности радионуклидов от ГЭТ 6-2016.

Согласно ГОСТ 8.033-96 и следующей за ней ГПС (приказ № 2841 от 29.12.2018) передача единиц активности и удельной активности радионуклидов в растворах осуществлялась с помощью растворов радионуклидов в качестве вторичных и рабочих эталонов.

На момент пересмотра ГПС и по настоящее время в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ) отсутствуют растворы радионуклидов в качестве аттестованных эталонов, что объясняется в основном специфическим способом их использования, а именно невозможностью повторного применения после вскрытия ампулы. Кроме того, не существует и растворов радионуклидов, поверяемых в качестве эталонов, так как выпускаемые растворы не являются СИ утвержденного типа. Основным препятствием для утверждения данного типа средства измерений является все та же особенность одноразового применения, приводящая к изменению основных метрологических характеристик после нарушения герметичности ампулы.

Отсутствие нужных эталонов приводит к нарушению системы передачи единиц активности и удельной активности радионуклидов в растворах от ГЭТ 6-2016 эталонам и средствам измерений и является основной причиной пересмотра ГПС. Для устранения данной проблемы и

урегулирования ситуации с передачей единиц активности и удельной активности радионуклидов в растворах в ГОСТ 8.033-2023 исключена ветвь передачи единицы активности и удельной активности с помощью растворов радионуклидов и введена иерархическая передача активности и удельной активности радионуклидов с применением стандартных образцов (СО) в качестве эталонов.

По сути, это единственный на сегодня способ обеспечения прослеживаемости измерений удельной активности радионуклидов в растворах к ГЭТ 6-2016, который сделает доступным применение растворов радионуклидов в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Применение эталонов единиц активности и удельной активности радионуклидов в растворах необходимо для решения целого ряда задач, таких как калибровка, поверка, испытания в целях утверждения типа, аттестация методик измерений, межлабораторные сличения и пр.

2. Введение в поле средств измерений элемента для средств измерений, применяемых в ядерной медицине.

Второй по значимости предпосылкой для пересмотра ГПС следует указать необходимость высокой точности при передаче единиц активности и удельной активности радионуклидов СИ, применяемым в ядерной медицине. Для возможности оперативной поверки и калибровки медицинских СИ предусмотрен метод непосредственного сличения с транспортабельными рабочими эталонами первого или второго разряда.

3. Введение методов косвенных измерений для передачи единиц.

Следующей причиной, приведшей к внесению изменений в ГПС, можно считать необходимость дополнения передачи единиц косвенными методами, расширяющими возможности применения эталонов для метрологического обеспечения СИ. Введение косвенных методов передачи единиц от ГПЭ вторичным эталонам позволяет существенно расширить диапазоны измерений без ухудшения показателей точности. Использование косвенных методов для передачи единиц от эталонов средствам измерений открывает дополнительный доступ к применению существующих эталонов при испытаниях и поверке СИ.

4. Объединение дублирующих элементов ГПС.

Последним существенным обстоятельством, повлиявшим на решение о пересмотре ГПС, можно упомянуть излишнее количество дублирующих элементов в поле средств измерений. Данная проблема была успешно решена объединением нескольких элементов в один с требуемыми показателями точности.

Далее подробно остановимся на самом значимом изменении, внесенном в ГПС, регламентированную ГОСТ 8.033-2023.

Стандартные образцы – терминология и стандарты

Несмотря на то, что прошло почти два года со времени введения в действие ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2022 г. № 3341, и больше года с момента вступления в силу ГОСТ 8.033-2023, на сегодняшний день СО, выполняющие функции вторичных или рабочих эталонов, представлены в ФИФ ОЕИ крайне скучным перечнем. Данный факт является серьезным препятствием для полноценной передачи единиц активности и удельной активности радионуклидов.

Сложившаяся ситуация вполне предсказуема, чаще всего нововведения приживаются медленно, и переход к непривычным правилам требует длительного времени. Применение СО для передачи единиц активности и удельной активности радионуклидов имеет противников такого подхода ничуть не меньше, если не больше, чем сторонников. Попробуем разобраться в причинах огромного количества дискуссий, посвященных применению СО.

Что же такое СО согласно определениям действующих правовых и нормативных актов:

Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ:

Стандартный образец – образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала).

ГОСТ 8.315-2019 ГСИ. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.

Основные положения:

Стандартный образец состава вещества (материала); СО состава: стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих содержание определенных компонентов в веществе (химических элементов, их изотопов, соединений химических элементов, структурных составляющих и т. п.).

Стандартный образец свойств вещества (материала); СО свойств: стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих физические, химические, биологические и другие свойства вещества.

ГОСТ ISO Guide 30-2019 Стандартные образцы. Некоторые термины и определения:

Стандартный образец; СО (reference material; RM): материал, достаточно однородный и стабильный по отношению к одному или нескольким определенным свойствам, которые были установлены для того, чтобы использовать его по назначению в измерительном процессе.

РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения:

Стандартный образец, СО: материал достаточно однородный и стабильный в отношении определенных свойств для того, чтобы использовать его при измерении или при оценивании качественных свойств в соответствии с предполагаемым назначением.

В очередной раз можно констатировать, что, как и во многих других сферах, касающихся обеспечения единства измерений, существуют серьезные проблемы с терминологией, не обеспечивающей однозначного определения базовых понятий. Если считать терминологию и определения основой последующих требований и норм, то последующие несоответствия в нормативных документах, устанавливающих требования к СО, утверждению их типа и применению, довольно предсказуемы.

Согласно ст.8 № 102-ФЗ в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений применяются стандартные образцы утвержденных типов. Порядок проведения испытаний СО в целях утверждения типа установлен согласно приложению № 1 к приказу Минпромторга № 2905 [7]. В соответствии с п.10 указанного приложения: программа испытаний стандартных образцов разрабатывается с учетом положений национальных стандартов, устанавливающих общие требования к стандартным образцам, их разработке, испытаниям и применению (при наличии национальных стандартов).

Требования к СО представлены целой серией межгосударственных стандартов, значительная часть данной серии является стандартами, идентичными выпущенным международной организацией по стандартизации ISO (International Organization for Standardization):

- ГОСТ 8.315-2019 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.
- ГОСТ ISO Guide 30-2019 Стандартные образцы. Некоторые термины и определения.
- ГОСТ ISO Guide 31 Стандартные образцы. Содержание сертификатов, этикеток и сопроводительной документации.
- ГОСТ ISO Guide 33 Стандартные образцы. Надлежащая практика применения стандартных образцов.
- ГОСТ ISO Guide 34 Общие требования к компетентности изготовителей стандартных образцов.
- ГОСТ ISO Guide 35 Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации).
- ГОСТ 8.531 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава монолитных и дисперсных материалов. Способы оценивания однородности.
- ГОСТ 8.532 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава веществ и материалов. Межлабораторная метрологическая аттестация. Содержание и порядок проведения работ.

Несмотря на широкий перечень стандартов, надежда на удобство и целесообразность их применения пропадает после нескольких безуспешных попыток разобраться в положениях вышеуказанных стандартов. К сожалению, приходится констатировать непреложный факт того, что не всегда количество переходит в качество.

В качестве примера приведем цитату из основополагающего стандарта ГОСТ 8.315-2019:

Рекомендации по исследованию однородности, стабильности, характеристизации (С)СО приведены в ГОСТ ISO Guide 34, ГОСТ ISO Guide 35, ГОСТ 8.531, ГОСТ 8.532 [5]. При проведении исследований могут быть использованы рекомендации, изложенные в национальных документах по стандартизации государств – членов МГС, рекомендации КООМЕТ, рекомендации национальных метрологических институтов, иные признанные для применения в государствах – членах МГС документы.

Рекомендации для исследований трех характеристик собраны не в одном или в трех стандартах, а равномерно или неравномерно распределены по 4 стандартам, что с крайне малой вероятностью указывает на удобство применения вышеуказанных нормативных документов.

Терминология, приведенная в стандартах, также не является однозначной и адаптированной для эффективного применения, о чем можно судить по одному из наиболее значимых документов ГОСТ ISO Guide 31-2019, устанавливающего общие требования к содержанию сопроводительных документов на СО, в котором отмечено:

Термин «сертификация стандартного образца» эквивалентен термину «аттестация стандартного образца», термин «сертифицированное значение» эквивалентен термину «аттестованное значение», термин «сертификат стандартного образца» эквивалентен термину «паспорт стандартного образца», термин «отчет о сертификации стандартного образца» эквивалентен термину «отчет об аттестации стандартного образца».

Далее находим очередные странности:

Рекомендуемая форма сертификата сертифицированного стандартного образца в виде национального (государственного) стандартного образца (стандартного образца утвержденного типа) приведена в ГОСТ 8.315.

Может ли быть сертифицированный стандартный образец в виде национального (*государственного*) *стандартного образца* (*стандартного образца утвержденного типа*)? Использоваться или применяться в качестве *национального* (*государственного*) *стандартного образца* может, а вот «в виде» вряд ли.

Тем не менее, идем дальше и обращаемся к ГОСТ 8.315 в надежде найти форму сертификата *«национального* (*государственного*) *стандартного образца* (*стандартного образца утвержденного типа*)», находим Приложение А (рекомендуемое) **«Форма сертификата государственного (национального) стандартного образца, стандартного образца утвержденного типа (ГСО)»** и получаем форму сертификата с указанием: «Сертификат заполняется в соответствии с рекомендациями по ГОСТ ISO Guide 31». Возникает ощущение бега по замкнутому кругу в поисках выхода и ответа на вопрос – как разобраться с сертификатами сертифицированных, паспортами аттестованных и прочими сопроводительными документами загадочных СО.

Если отвлечься от терминологии, необъяснимых скачков от стандарта к стандарту, и рассмотреть стандарты с точки зрения читабельности и доступности изложения текста, то и здесь придется столкнуться с некоторыми трудностями восприятия. Помимо вышеописанного примера небрежного перевода на русский язык процитируем примечание к 5.9 «Исследование стабильности из ГОСТ ISO Guide 35», которое гласит:

«Экспериментальный план исследования стабильности, включая определение оптимального числа временных точек экспериментов и числа отбираемых проб, можно осуществлять на статистической основе, допуская, например, неспособность метода измерений обнаружить любую нестабильность».

Что такое экспериментальный план? Наверное, это означает план эксперимента или план экспериментальных исследований.

Как следует понимать «временные точки эксперимента»? Может, временной график проведения исследований?

Что здесь подразумевается под статистической основой? *«Экспериментальный план исследования стабильности можно осуществлять на статистической основе»* похоже на непереводимую ни на один из известных языков игру слов.

«Несспособность метода измерений обнаружить любую нестабильность» означает, по всей видимости, «Невозможность применения метода для определения нестабильности».

С огорчением следует отметить, что приведенные примеры не являются единичными или случайными неточностями перевода стандартов, подобные иллюстрации несогласованности перевода с нормами русского языка в текстах стандартов можно найти в огромном количестве.

Особенности и трудности применения стандартов, идентичных международным (ISO, IEC), зачастую связаны со спецификой подстрочных переводов и отсутствием профессионального редактирования. Проблемы могут возникать из-за не совсем верной трактовки аутентичности (др. греч. – подлинный), рекомендуемой при переводе для разработки идентичных стандартов. Как указано в п. 8.1.1 ГОСТ 1.1-2002 [8]: *«идентичные стандарты: гармонизированные стандарты, которые идентичны по содержанию и форме представления. При изложении идентичных стандартов на разных языках, как правило, используют аутентичные переводы»*.

Разработка идентичных стандартов имеет множество преимуществ по сравнению с модифицированными. В первую очередь, пропадает необходимость внесения технических изменений, кроме того, высокая степень гармонизации облегчает их применение в международной системе

стандартизации, необходимое для устранения торговых и экономических технических барьеров. Идентичные стандарты совершенно необходимы для установления унифицированных требований к качеству продукции и услуг, но для возможности их применения тексты стандартов должны соответствовать нормам русского языка. Лингвистическая точность перевода является основной составляющей аутентичных переводов, определяющей последующие эффективность и пригодность идентичных стандартов.

При разработке стандартов следует не допускать применения непрофессиональных переводов, не учитывающих языковые особенности, и принимать во внимание п. 6.2.1 ГОСТ 1.3-2014 [9]:

«6.2.1 При оформлении идентичного стандарта допускается изменять стиль изложения отдельных формулировок (без изменения технического содержания и смысла) по отношению к переводу на русский язык (русской версии) применяемого международного стандарта и вносить следующие редакционные изменения: изменять отдельные фразы и/или заменять термины на их синонимы в целях соблюдения норм русского языка и принятой на межгосударственном уровне терминологии».

На основании вышеизложенного следует отметить необходимость и целесообразность пересмотра и приведения существующих идентичных стандартов к удобочитаемому виду.

Тем не менее, мы обязательно посвятим следующую статью особенностям разработки, изготовления и утверждения типа СО активности и удельной активности радионуклидов, в которой представим практические аспекты применения существующих стандартов, которые могут пригодиться потенциальным изготовителям и потребителям СО. Также в полной мере будут отражены требования Госкорпорации «Росатом», зачастую несогласующиеся с требованиями национальных стандартов, так как это является чрезвычайно важным аспектом применения СО в области использования атомной энергии.

Введение СО для выполнения функций вторичных и рабочих эталонов единиц активности и удельной активности радионуклидов

В настоящее время в ФИФ ОЕИ представлены несколько типов СО утвержденного типа (табл.1), прослеживаемость которых к ГЭТ 6-2016 установлена в соответствии с ГОСТ 8.033-2023.

Среди них особую значимость имеют СО удельной активности цезия-137, стронция-90 в растворах и удельной активности тритиевой воды, как наиболее важные по степени значимости радионуклидов для обеспечения радиационной безопасности населения, персонала радиационно-опасных объектов и окружающей среды. Содержание этих радионуклидов в объектах окружающей среды, питьевой воде, продовольственном сырье и пищевых продуктах являются одними из основных контролируемых параметров в области радиационной безопасности. Этим фактом объясняется их высокая востребованность для испытаний и калибровок СИ, применения методик измерений и контроля показателей точности.

Использование растворов радионуклидов для поверки не носит массового характера, растворы радионуклидов применяются в основном для поверки жидкосцинтилляционных (ЖС) радиометров, таких как Tri-Carb и Quantulus, SL-300, TRIATHLER, СКС-07П «Кондор».

Особенностью действующих методик поверки ЖС радиометров является необходимость приготовления счетных образцов из раствора радионуклида и жидкого сцинтиллятора, что

Табл.1. СО удельной активности и активности радионуклидов в ФИФ ОЕИ.

Номер в Госреестре СО	Наименование СО	Наименование аттестованной характеристики	Срок годности	Производство
ГСО 12750-2024	СО удельной активности радионуклида цезий-137 в растворе	Удельная активность радионуклида цезий-137, Бк/г	5 лет	Серийное повторяющимися партиями
ГСО 12749-2024	СО удельной активности радионуклида стронций-90 в растворе	Удельная активность радионуклида стронций-90, Бк/г	5 лет	Серийное повторяющимися партиями
ГСО 12379-2023 из набора ГСО 12375-2023/ГСО 12379-2023	СО активности радионуклидов (набор АР-ЖС-ВНИИМ)	Активность радионуклида, Бк	3 года	Серийное повторяющимися партиями
ГСО 12378-2023 из набора ГСО 12375-2023/ГСО 12379-2023	СО активности радионуклидов (набор АР-ЖС-ВНИИМ)	Активность радионуклида, Бк	3 года	Серийное повторяющимися партиями
ГСО 12377-2023 из набора ГСО 12375-2023/ГСО 12379-2023	СО активности радионуклидов (набор АР-ЖС-ВНИИМ)	Активность радионуклида, Бк	3 года	Серийное повторяющимися партиями
ГСО 12376-2023 из набора ГСО 12375-2023/ГСО 12379-2023	СО активности радионуклидов (набор АР-ЖС-ВНИИМ)	Активность радионуклида, Бк	3 года	Серийное повторяющимися партиями
ГСО 12375-2023 из набора ГСО 12375-2023/ГСО 12379-2023	СО активности радионуклидов (набор АР-ЖС-ВНИИМ)	Активность радионуклида, Бк	3 года	Серийное повторяющимися партиями
ГСО 12119-2023	СО удельной активности водного раствора трития	Удельная активность водного раствора трития, Бк/г	3 года	Серийное повторяющимися партиями

зачастую приводит к серьезным ошибкам в определении метрологических характеристик и неверным заключениям о пригодности СИ. Для исключения из методик поверки процедуры приготовления счетных образцов и перехода на использование доступных серийных средств поверки разработан и утвержден новый тип СО – СО активности радионуклидов (набор АР-ЖС-ВНИИМ) на основе смеси растворов радионуклидов и жидкого сцинтиллятора. СО выполняют функции рабочих эталонов 1 разряда в соответствии с ГОСТ 8.033-2023, метрологические характеристики СО приведены в табл.2. Основные вопросы разработки и утверждения типа стандартных образцов активности радионуклидов на основе смеси растворов радионуклидов и жидкого сцинтиллятора описаны в [10]. Важным этапом применения СО из набора АР-ЖС-ВНИИМ станут межлабораторные сличения по калибровке ЖС радиометров, проведение которых запланировано на ближайшее время.

Для легитимного применения СО при поверке ЖС радиометров разработан проект ГОСТ Р «Государственная система обеспечения единства измерений. Жидкосцинтилляционные радиометры. Методика поверки». Разработка выполнена в рамках программы национальной стандартизации на 2024 год, разработчик стандарта – ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева». В настоящее время выполняется последний этап разработки – нормоконтроль проекта стандарта, после чего проект ГОСТ Р будет направлен на утверждение. Следующим шагом после утверждения станет переход от действующих методик поверки к применению вышеуказанного национального стандарта для поверки ЖС радиометров утвержденного типа и вновь разрабатываемых приборов с детектирующей системой на основе жидкого сцинтиллятора.

Табл.2. Нормированные метрологические характеристики СО.

Номер ГСО в наборе	Индекс СО в наборе	Интервал допускаемых аттестованных значений активности радионуклида		Допускаемое значение относительной расширенной неопределенности аттестованного значения СО (при $k = 2$)*, %
		Радионуклид	Бк	
ГСО 12375-2023	АР-ЖС-1-ВНИИМ	H-3	500–5000	5
ГСО 12376-2023	АР-ЖС-2-ВНИИМ	C-14	500–5000	5
ГСО 12377-2023	АР-ЖС-3-ВНИИМ	Sr-90+Y-90	500–5000	5
ГСО 12378-2023	АР-ЖС-4-ВНИИМ	Pu-239	500–5000	5
ГСО 12379-2023	АР-ЖС-5-ВНИИМ	Am-241	500–5000	5

Примечание:
* численно равно границам относительной погрешности аттестованного значения СО $\pm \delta$ (в %) при $P = 0,95$.

Сфера деятельности, в которых необходимо применение СО, имеют особое значение для развития экономики Российской Федерации и обеспечения радиационной безопасности в стране: атомная отрасль, охрана окружающей среды, государственный санитарно-эпидемиологический надзор. Для полноценного удовлетворения потребностей в эталонах активности и удельной активности радионуклидов требуется разработка СО активности и удельной активности не только для растворов радионуклидов, но и для радионуклидов в твердых наполнителях (матричные СО) для применения в области радиоэкологического мониторинга, на предприятиях по переработке и утилизации РАО, на объектах атомной энергетики, в ядерной медицине и пр. Критически важными являются СО с наполнителями, имитирующими природные и технологические объекты, металлы, пищевую продукцию, строительные материалы. Одной из приоритетных задач обеспечения радиационной безопасности можно считать формирование концепции разработки и применения стандартных образцов активности и удельной активности радионуклидов с учетом их востребованности, сроков годности, возможного вклада в накопление радиоактивных отходов.

Заключение

В статье отражены основные изменения в ГПС, особое внимание уделено введению СО в ГОСТ 8.033-2023, представлен краткий обзор нормативной документации, устанавливающей требования к СО. Резюмируя вышеизложенное, можно отметить следующее:

- в настоящее время в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений использование растворов радионуклидов в качестве эталонов удельной активности радионуклидов возможно только для растворов, выпускаемых в качестве СО утвержденного типа и выполняющих функции вторичных или рабочих эталонов согласно ГОСТ 8.033-2023;
- перспективы применения СО в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений в значительной степени определяются готовностью потенциальных изготовителей к утверждению типа СО;
- применение нормативных документов, устанавливающих требования к СО, весьма затруднительно в силу отсутствия профессиональных переводов стандартов ISO;

- утверждение типа СО активности и удельной активности радионуклидов имеет множество особенностей, которым будет посвящена отдельная статья;
- необходимо принимать во внимание специфику положений нормативных документов Госкорпорации «Росатом» при применении и утверждении типа СО;
- одной из первостепенных задач является концепция разработки и применения СО активности и удельной активности для радионуклидов в твердых наполнителях (матричные СО), которые могут быть востребованы в любой области, связанной с ионизирующими излучениями;
- особое внимание следует уделить срокам годности СО для предотвращения роста радиоактивных отходов.

Авторы выражают благодарность за помощь в подготовке и обсуждении материалов статьи: руководителю отделения ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», к.т.н. Медведевских Сергею Викторовичу; главному метрологу ООО «НТЦ Амплитуда», к.ф.-м.н. Коростину Сергею Владимировичу.

Литература

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. Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации.
3. Положение об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Утв. постановлением Правительства РФ от 23.09.2010 № 734.
4. ГОСТ Р 8.885-2024. Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Основные положения.
5. РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Основные термины и определения Рекомендации по межгосударственной стандартизации.
6. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
7. Приказ Минпромторга России от 28.08.2020 № 2905 (ред. от 12.08.2022) «Об утверждении порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, внесения изменений в сведения о них, порядка выдачи сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, формы сертификатов об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения».
8. ГОСТ Р 1.1-2002. Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения.
9. ГОСТ 1.3-2014. Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные. Правила разработки на основе международных и региональных стандартов.
10. Шильникова Т.И., Жуков Г.В., Эпов М.С. Новые типы стандартных образцов в области измерений ионизирующих излучений // Эталоны. Стандартные образцы. 2024. № 3. Т. 20. С. 41-52.

Revision of Hierarchy Scheme for Radionuclide Activity, Radionuclide Specific Activity, Flux and Flux Density of α -, β -Particles and Photons of Radionuclide Sources

Shilnikova Tatyana, Zhukov Grigoriy, Zanevsky Andrey, Moiseev Nikolay, Osokina Anna, Shchepilova Alexandra, Epov Mikhail (D.I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), St. Petersburg, Russia)

Abstract. An overview of the main changes in the hierarchy scheme for radionuclide activity, radionuclide specific activity, flux and flux density of α -, β -particles and photons of radionuclide sources (GPS), regulated by GOST 8.033-2023, are presented. The place and role of hierarchy schemes in ensuring the uniformity of measurements are explained. The most significant reasons of revisions are reflected, special attention is paid to the latest changes and the specifics of their application to ensure the uniformity of measurements in the field of ionizing radiation.

Keywords: hierarchy scheme, ensuring the uniformity of measurements, measurement standards.

Т.И.Шильникова (зам.нач.отд.), Г.В.Жуков (и.о.рук.отд.), А.В.Заневский (н.с.),
Н.Н.Мoiseев (рук.лаб.), А.А.Осокина (н.с.), А.А.Щепилова (инж.), М.С.Эпов (инж.)
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», Санкт-Петербург

Контакты: +7 (812) 323-96-12; shti@vniim.ru