

# РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ

## DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF REFERENCE MATERIALS

Статья поступила в редакцию 29.12.2013,  
доработана автором 02.04.2014

УДК 006.9.53.089.68

## СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ: ОБЗОР МЕЖДУНАРОДНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

*В статье приводится обзор публикаций международных научных журналов 2010–2013 годов, посвященных всем аспектам теоретических подходов к разработке и аттестации стандартных образцов (СО), особенностям создания СО конкретных типов, привлечению современных методов для аттестации СО и применению СО в различных областях деятельности.*

**Ключевые слова:** стандартные образцы, литературный обзор, аттестация стандартных образцов.

Исследовательские работы в области стандартных образцов связаны как с общими вопросами их разработки и аттестации, так и с их применением в различных областях деятельности. Результаты таких исследований становятся доступны мировому сообществу через публикации в научных журналах, буклетеах и на интернет-порталах международных сообществ и организаций, чья деятельность так или иначе связана со стандартными образцами, и посредством презентаций на научных конференциях, симпозиумах, семинарах.

### 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И АТТЕСТАЦИИ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ

#### 1.1. Обсуждение положений Руководств ИСО в области стандартных образцов

Комитет по стандартным образцам Международной организации стандартов ИСО/РЕМКО является основной международной организацией, занимающейся подготовкой и выпуском руководств в области стандартных образцов (СО). Положения руководств, необходимость их пересмотра и разъяснения по ним являются предметом регулярных обсуждений в печати [1–4]. Например, несмотря на то что Руководство ИСО 35 было переиздано в 2006 году, сейчас уже идут дискуссии о его пересмотре [2, 3]. В частности, речь идет о необходимости четко идентифицировать, какие разделы относятся к reference materials (RM), а какие – к стандартным образцам (certified reference materials – CRM), и какие требования Руководства

Анчутина Е. А.

Канд. хим. наук, старший научный сотрудник ФГУП «УНИИМ»  
Россия, 620000, г. Екатеринбург,  
ул. Красноармейская, 4  
E-mail: anchut@uniim.ru



ИСО 35 обязательны для CRM, а какие необязательны [2]. В новом издании Руководства ИСО 35 будут даны конкретные рекомендации по характеризации СО двумя методами, которые широко используются в мировой практике, а именно межлабораторным сравнительным исследованием и с помощью одного метода в одной лаборатории [3].

Руководства ИСО 34 и 35 перечисляют четыре подхода характеристики СО. Авторы [4] считают, что подход, использующий «один метод с доказанной точностью, реализованный сетью компетентных лабораторий», будет давать значения этого конкретного метода. Более того, так как невозможно объективно решить, является ли метод референтным или нет, то подход, использующий «два и более независимых референтных метода в одной или нескольких лабораториях», должен быть объединен с подходом «два или более методов с доказанной точностью, реализованных сетью компетентных лабораторий» [4].

Функции, заложенные в понятии СО, разнообразны, и, вероятно, при использовании термина СО для конкретной цели, например, для калибровки и контроля точности результатов измерений, следует использовать замену данного термина, ясно определяющую его роль в конкретном процессе, например, «калибратор» и «контрольный образец» [5].

Кроме дискуссий вокруг Руководств ИСО, связанных со стандартными образцами, можно также отметить обсуждение Международного словаря по метрологии VIM3, переиздание которого с редакторскими правками вышло в феврале 2012 года [6, 7]. VIM3 является важным инструментом достижения единой терминологии в метрологии, и разъяснения некоторых положений словаря полезны как для изготовителей стандартных образцов, так и для специалистов, проводящих измерения [7–11].

## 1.2. Обработка данных межлабораторных экспериментов

Метрология в области измерений качественных (или номинальных) свойств – область знаний, стремительно развивающаяся последние несколько лет [12–14], особенно в клинической медицине [12]. Для оценивания результатов измерений порядковых и качественных свойств был предложен новый вид дисперсионного анализа – ORDANOVA [15], предназначенный для обработки данных нечисловой природы (например, выраженных как «равно»/«не равно», «больше»/«меньше»), который может быть использован и для обработки данных межлабораторных экспериментов по аттестации стандартных образцов номинальных свойств [16].

Обсуждается также необходимость принятия новой терминологии для подобных измерений [17–19]. Например, авторами [19] были предложены определения таких терминов, как «таксон», «номинальное свойство», «значение номинального свойства», «набор значений номинальных свойств», «номинальный вид свойства», «номинальное наблюдение», «номинальная наблюдаемая система», «результат номинального наблюдения» и др. (всего 73 термина). Также даны определения номинального RM, номинального CRM и коммутативности номинального RM.

Этими же авторами [19] были подготовлены рекомендации IFCC/IUPAC (Международная федерация клинической химии и лабораторной медицины / Международный союз теоретической и прикладной химии) «Словарь номинальных свойств и наблюдений – основные и общие понятия и связанные термины» [20], которые проходят сейчас обсуждение с привлечением мнений членов комитетов IFCC и ИСО/РЕМКО.

Аттестованное значение при межлабораторных исследованиях устанавливается всегда как согласованное значение. Можно для этого использовать опыт достижения согласованных оценок результатов профессионального тестирования лабораторий при отсутствии опорных значений [21–23]. Понимание сути согласованного значения величины, а именно что может выступать в роли данной величины, также является объектом дискуссий [24, 25].

Статистическая модель, основанная на байесовском подходе, связывающая показатели повторяемости измерений, степень согласованности между приписанными значениями и модель консенсуса, отражающую возможности участников измерений, была применена для сравнения индивидуально приписанных значений свойств стандартных образцов [26].

## 1.3. Исследования однородности и стабильности стандартных образцов

Теоретические аспекты исследований однородности и стабильности СО связаны с построением схем экспериментов по оценке этих свойств СО и обработке результатов экспериментов. Например, использование модели латинского квадрата для оценки однородности стандартных образцов проиллюстрировано авторами [27] на примере изучения однородности восьми высокочистых органических СО, аттестованных по температуре плавления. Применение иерархического кластерного анализа помогло оценить однородность лабораторного СО состава пшеничной муки [28]. Анализ главных компонент был использован для оценки результатов теста на



однородность диклофенака натрия [29]. Использование двух разделов многомерного статистического анализа (анализа главных компонент и кластерного анализа) для быстрой и простой оценки результатов теста на однородность двух новых стандартных образцов метронидазола и каптоприла показали, что некоторые результаты статистически значимо расходятся. Благодаря использованию этих статистических инструментов можно было уменьшить стандартную неопределенность межэкземплярной однородности и, следовательно, суммарную стандартную неопределенность аттестованного значения [30].

#### **1.4. Выбор и подготовка материала для СО**

Важная часть работ по изготовлению стандартных образцов – подготовка материала для СО. От исследованности первичного материала или вещества, из которого изготавливают стандартный образец, а также от качества реагентов, используемых в процессе подготовки, зависит дальнейшая характеристика СО и соответствие аттестованных характеристик назначению СО. Например, результаты исследования составляющих калибровочных растворов показали, что при пробоподготовке вода отличается по составу, а перфтороктановая кислота – по изомерии/гомологии от партии к партии; на конечный результат также влияет чистота используемых кислот [31].

Помимо традиционных исследований однородности и долгосрочной стабильности СО состава тепловых свойств были проведены измерения химического состава и микроструктуры, плотности и пористости, анизотропии, термоциклирования в пределах от 20 до 1000 °C и воспроизводимости характеристик разрабатываемого СО [32].

В качестве стандартного образца вязкости был рассмотрен материал биодизельного топлива на основе говяжьего жира [33].

Отсутствие адекватных стандартных образцов и сложность изготовления СО из идентичного вещества иногда приводит к нестандартным решениям, например, для количественного определения фекального жира предложено использовать в качестве материала для стандартного образца глицерин [34].

Высокочувствительная масс-спектрометрия в соединении с акселератором (АМС) открывает интересные применения, например, в ядерной астрофизике, физике фундаментальных исследований или в технологических приложениях. Для применения АМС-изотопов требуются соответствующие стандартные образцы. Такие образцы были получены разбавлением стандартных растворов изотопов [35].

Для получения стандартного образца стабильного изотопа  $^{13}\text{C}$  для рутинного анализа был предложен простой способ смешивания обогащенной и обедненной данным изотопом глюкозы до соответствия составу двух СО изотопов углерода NBS 19 и L-SVEC. Предполагается, что такие смешанные соединения найдут применение в международной практике, так как большинство имеющихся стандартных образцов, как утверждают авторы [36], не пригодны для газовой и жидкостной хроматографии.

#### **1.5. Применение современных методов измерений для аттестации стандартных образцов**

Новые методы и методики измерений позволяют расширить круг аттестованных параметров стандартных образцов и получить более точные значения аттестуемых свойств СО.

Например, в работе [37] показано, что ядерный магнитный резонатор с определителем масс 1H-qNMR можно успешно применять для аттестации чистоты органических стандартных образцов (выраженной как массовая доля) с относительной расширенной неопределенностью 0,1 %.

Авторы [38] исследовали дифференциальную лазерно-индуцированную флуориметрию и показали ее высокие метрологические качества и возможность использования в качестве «референтной методики измерений» для определения общего количества урана в рудах, аттестации стандартных образцов, обогащения продуктов и других разнообразных приложений в ядерном топливном цикле. Методика измерений может быть применена для измерений состава микро/наномасс веществ в биохимии, клинической патологии, фармацевтике, неорганическом микронализе и других областях.

Инструментальный нейтронно-активационный анализ, как и прежде, успешно применяют для исследований однородности и характеристики биологических и геологических стандартных образцов [39–43].

Методики разделения при определении следовых уровней органических составляющих в природной матрице играют важную роль в аттестации органических стандартных образцов [44], так же как и анализ примесей высокочистых газов для рассмотрения использования их в качестве стандартных образцов [45].

Гамма-облучение может быть использовано для уменьшения бактериального уровня в стандартных образцах состава мидий и устриц без изменений аттестованных значений содержания в них токсинов [46].

Впервые в практике Национального института стандартов и технологий NIST (США) был применен метод



тандемной масс-спектрометрии с жидкостной хроматографией и изотопным разбавлением для анализа стандартного образца аминокислот [47]. Впоследствии данный метод также был успешно применен для аттестации фенитоина, фенобарбитала, ламотриджина и топирамата в сыворотке крови человека [48].

Два подхода анализа гликопротеинов были рассмотрены с целью определить желаемые характеристики новых стандартных образцов для улучшения биофармацевтического гликоанализа [49].

Использование разновидности масс-спектрометрии с лазерной абляцией, включающей в себя индуктивно связанную плазмоквадрупольную масс-спектрометрию с инфракрасной фемтосекундной лазерной абляцией и наносекундной лазерной абляцией в сочетании с одноколлекторным секторным полем, для анализа СО риолитовых стекол показало их неоднородность на миллиметровом уровне шкалы [50].

## 2. СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Разработчики стандартных образцов публикуют результаты своих работ по аттестации СО широкого спектра назначения и типов, делая открытым свой опыт в конкретной области знаний [51–103]. Это стандартные образцы самых разных состава и свойств, например, СО органических загрязнителей воды [51], проводимости [52], СО для исследований изотопного состава [53–55], кашасы (тростниковое сырье) [56], бензилпенициллина [57] и меламина [58] в молоке, мышц мидии [59, 60], зеленого чая [61, 62], моллюсков [63], радионуклидов в воде и биологических веществах [64, 65], изотопа индия в морской воде [66], высокотемпературной теплопередачи [67], акрилонитрилбутадиенстиrola [68], охратоксина [69], водорода в титановом сплаве [70], пропитанной древесины [71], рыбьего жира [72], антарктического двухстворчатого моллюска (*Adamussium colbecki*) [73], андрогенных и эндогенных стероидов [74, 75], сывороточного альбумина человека [76], монодисперсных кремниевых микросфер [77], телазина в меде [78], поликарбоната [79], синтетического циркона с гафнием [80], U-Pb рутила [81], стекла, легированного ионами меди [82], картофельно-морковного пюре [83], человеческой мочи [84], полипропилена [85], раствора арсената [86], жира морских млекопитающих [87], наркотиков в сыворотке человека [88], полихлорированных бифенилов и хлорорганических пестицидов в рыбе [89], плодов вакциниума [90], картофельных чипсов [91], бензина в воздухе [92], сыворотки бычьей и человеческой

крови [93, 94], туннельной и домашней пыли [95, 96], съедобных морских водорослей [97], гемоглобина A<sub>1c</sub> [98], пшеничной муки [99] и других типов.

Как можно видеть только по представленному перечню, стандартные образцы значимо различаются по типам основного вещества и аттестуемым характеристикам. Объем и длительность аттестации СО зависит как от сложности изготовления материала СО, так и от количества аттестуемых характеристик и существованию методик их измерений с требуемой точностью, что влияет на количество публикаций, связанных с аттестацией СО того или иного типа. Кроме того, не все изготовители СО публикуют результаты своей работы в открытой печати. Как правило, результаты своей деятельности представляют организации, проводящие научные исследования.

Более того, авторитетные научные организации, имеющие многолетний опыт аттестации стандартных образцов, представляют и свои системы аттестации СО. Например, Институт ядерной химии и технологий (INST, Польша), который проводит аттестационные исследования многоэлементных СО для неорганического анализа с 1986 года, или Институт геофизических и геохимических исследований (IGGE, Китай), изготавливающий биогеохимические стандартные образцы, а также Монгольская геологическая лаборатория, разрабатывающая геологические стандартные образцы, имеют свои хорошо отложенные методики аттестации стандартных образцов [100–102]. Международная ассоциация геоаналитиков, координирующая международную программу профессионального тестирования геоаналитических лабораторий GeoPT, проявила себя и как аттестующий орган [103].

Одним из современных направлений в области стандартных образцов является разработка СО состава **генетически модифицированных организмов** (ГМО). Как отмечается в [104], в настоящее время три организации в мире занимаются изготовлением стандартных образцов ГМО – это Институт стандартных образцов и измерений объединенного научного центра Евросоюза (IRMM, Бельгия), Американская общество химии нефти (AOCS, США) и компания NIPPON GENE (Япония). В Евросоюзе такие СО разрабатываются в соответствии с требованиями технического регламента Еврокомиссии № 641/2004 [105]. Так же как для любых матричных образцов природного происхождения, особое влияние на конечный результат оказывают биологические факторы. Например, для растений это может быть зиготность, плотность тканей и происхождение растения. Кроме того, ДНК каждой ткани отличаются. Поэтому соотношение между массой и числом копий ДНК является сложным и меняется от образца к образцу [104].

Другое современное направление в метрологии – метрологическое обеспечение наноизмерений. Общими вопросом для всех **нанотехнологий** является вопрос шкалы измерения. Это касается либо измерений, которые должны быть сделаны с наноразмерным пространственным разрешением, либо родства с наноразмерными особенностями наноматериалов. Именно в этом направлении должны быть разработаны и утверждены большинство методик измерений, для оценки показателей которых требуются соответствующие СО [106, 107]. Этому сейчас уделяется много внимания [106–113]. В США, например, необходимость разработок таких СО отражена в Стратегическом плане национальных инициатив по нанотехнологиям [108]. Некоторыми авторами [110] предлагается ввести новый термин – «репрезентативный контрольный образец» – в добавление к терминам «reference materials» и «certified reference materials» и использовать его не только в области нанотехнологий, но и в других дисциплинах.

Требование метрологического обеспечения процесса измерений в **клинической медицине** приводит и к постановке задач разработок средств контроля измерений, в том числе новых стандартных образцов [например, 114–118]. Для некоторых типов СО выставляются особые требования к его хранению, например к СО состава бакуловируса [117]. Стандартизация измерений церулоплазмина все еще остается проблемой, несмотря на наличие стандартного образца [118].

Кроме того, в области клинической медицины остро встают вопросы **коммутативности** СО, в частности задачи сравнения стандартных образцов близких типов с целью выбора более эффективного СО, СО соответствующего назначения либо взаимозаменяемости СО [119–124], а также вопросы отсутствия исследований по сопоставимости коммерческих препаратов со стандартами образцами аналогичного состава [125].

Для обеспечения безопасности **ядерных технологий** необходимы точные методики измерений, что, в свою очередь, ставит задачи изготовления стандартных образцов, обеспечивающих метрологические запросы в области ядерных измерений. Это относится и к комплексному мониторингу радионуклидов [126], и к процессам ликвидаций последствий чрезвычайных ситуаций, сохранения характеристик материалов, судебной экспертизы и т.п. [127, 128]. В некоторых случаях для получения СО для ядерных измерений требуются разработки методологии приготовления материала для СО, особенно для измерений нестабильных изотопов [129].

В публикациях **геохимических и экологических** направлений речь идет преимущественно о разработках и применении СО природных матриц (например, почвы, пыли), СО горных пород (например, СО базальтов), микроаналитических СО (например, СО силикатных стекол), СО минералов (например, циркона, титанита), биологических СО (например, СО мышечной ткани рыб, кораллов) и СО изотопного состава (например, СО растворов Cd и В) [130].

В геоаналитике последнее десятилетие остро стоит вопрос изотопных измерений в геологических материалах, необходимых для палеоклиматических реконструкций и исследований метаморфизма горных пород, и, как следствие, разработок стандартных образцов изотопного состава [131–138]. Другое направление связано с микротехнологиями и разработкой соответствующих СО, в основном СО силикатных стекол [139–141] и – в качестве контрольных образцов – минералов [142]. Продолжают быть актуальными разработки СО, аттестованных по содержанию благородных металлов [143].

Для оценки репрезентативности CRM с целью определить, отвечают ли потребностям пользователей стандартные образцы, предназначенные для определения форм ртути в биологических и природных матрицах, был рассмотрен ряд аспектов, а именно происхождение матрицы, вид ртути и уровень концентрации [144]. Было показано, что до сих пор существует недостаток в СО почвы и воды, аттестованных по содержанию ртути. Также нестабильность общей ртути и метилртути может быть проблемой для пользователей СО [144].

Вопросы обеспеченности CRM в **пищевой микробиологии** решает, в частности, сеть референтных лабораторий Евросоюза (EURLs). На сегодняшний день существуют 17 лабораторий, назначенных для обеспечения метрологических потребностей лабораторий контроля здоровья животных, и 21 лаборатория, разрабатывающая методики измерений и стандартные образцы в области производства продовольствия и кормов [145]. Глобализация и систематизация информации приводит к необходимости создания стандартных образцов для контроля методик измерений пищевых продуктов и лекарств [146, 147]. Гармонизация первичных и вторичных стандартных образцов, производимых государственными и частными организациями, должна привести к созданию единой системы СО и методик измерений, признанных во всем мире [147].

В США закон о детском питании регулирует максимальные и минимальные допустимые уровни белков, жиров, 13 витаминов, 11 минералов, ланолиновой кислоты и требования к информации, содержащейся



на этикетках детского питания. Это поставило ряд задач, в том числе по обеспечению стандартными образцами для контроля вышеперечисленных параметров [148]. С выпуском Управлением по контролю за продуктами и лекарствами (США) проекта Руководства по новым диетическим ингредиентам (июль 2011 г.) соблюдение требований текущей производственной практики основывается на использовании стандартных образцов для обеспечения соответствующих чистоты, прочности, качества и состава соответствующих продуктов [149].

### 3. ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Применение стандартных образцов играет важную роль в измерительном процессе (для калибровки средств измерений, валидации методик измерений и др.), для достижения сопоставимости результатов и при управлении качеством в испытательных лабораториях всех измерительных областей [150–189]. Значимость стандартных образцов для гарантии точности результатов анализа не подлежит сомнению [150, 151]. Стандартные образцы эффективно используются как объекты исследования при оценке квалификации лабораторий [152–160], в частности, например, клинического и микробиологического профиля [159, 160], при контроле качества результатов измерений [161–163] и межлабораторных сличениях [164–166].

Например, обсуждаются вопросы применения СО в медицине для контроля точности результатов измерений содержания полисахаридов в вакцине гликоконъюгата [167], органических кислот в ферментативном бульоне [168]; в нефтегазовой промышленности для контроля точности показателей методик измерений, валидации и градуировки методик измерений при оценке баланса масс системы сжигания [169], количественном определении бензопирена в частицах аэрозолей [170], этанола в топливном биоэтаноле [171, 172], объемной доли газов в искусственном потоке газа риформинга [173], меди в биоэтаноле [174]; для оценки точности методик измерений и выбора подходящих процедур пробоподготовки геохимических образцов [139, 175, 176]; в экологическом мониторинге для контроля точности результатов оценки качества воздуха [177], определений бромированных огнестойких добавок [178], градуировки методик измерений состава растений [179]; в пищевой промышленности для градуировки и контроля точности показателей методик измерений содержания каротеноидов в пищевых продуктах [180],

анионов в воде [181], элементов в меди [182], нутриентов в пище [183] и бактерий в продуктах с помощью молекулярных методов [184].

Попытка найти подходящий стандартный образец кинетических параметров для термического анализа в соответствии с новым стандартом ASTM была безуспешной для авторов [185], но поставила задачу создания такого СО с заданными параметрами. Проведенные исследования стандартного образца NIST SRM 8456 ультравысокомолекулярного полиэтилена показали возможность применения его для различных анализаторов [186].

Стандартные образцы являются основным инструментом для гарантии метрологической прослеживаемости результатов измерений к Международной системе единиц (СИ), чтобы обеспечить их точность, надежность и сопоставимость во времени и пространстве, что также является предметом дискуссий в печати (например, [187, 188]).

Рассматриваются также возможность применения стандартных образцов в качестве первичных эталонов [189].

### 4. ИССЛЕДОВАНИЯ СО ПОСЛЕ АТТЕСТАЦИИ

Одно из направлений развития тематики, связанной со стандартными образцами природного происхождения, – это исследования уже аттестованных СО как с целью предоставления дополнительных данных по аттестованным характеристикам, так и для получения дополнительных характеристик. Например, авторы [190] оценили содержание серии изотопных соотношений в стандартных образцах морской воды, горных пород и полиметаллических конкреций, а также соотношения  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$  в урановых СО [191]. А авторы [192] рассмотрели влияние экстрагируемого органического вещества стандартного образца SRM 1649a (городская пыль) на иммунологический отклик, вызванный патогенно-связанной молекулярной картиной. Массовая доля мышьяка была определена в стандартных образцах пищевых продуктов SRM 3532 и SRM 3262 [193] и в СО арктического криля [194] с целью их характеристизации по содержанию мышьяка и оценки однородности распределения мышьяка. Разногласия в результатах определений концентраций перфторированных алкильных кислот (ПФАК) в сыворотке человеческой крови и молоке, измеренных в течение нескольких межлабораторных сравнений, привели к необходимости аттестации СО по содержанию ПФАК [195]. Содержание витамина C было дополнительно установлено с помощью жидкостной хроматографии в трех стандартных образцах состава



сухого цельного молока SRM 1549а, детской и взрослой питательной смеси SRM 1849а и хлопьев для завтрака SRM 3233 (разработки NIST, США), аттестованных по отдельным витаминам, элементам, жирным кислотам и другим питательным веществам [196].

Совершенствование аналитических методов дает возможность не только подтвердить аттестованные значения, но и откорректировать их, если это необходимо. Как в этом случае относиться к публикациям, где авторы приводят свои результаты, совпадающие с аттестованными характеристиками, признанными впоследствии ошибочными? Обзор таких работ был сделан автором работы «Синдром стандартных образцов» [197], который полагает, что основной причиной такой ситуации (хоть и неявной) является то, что аналитик интуитивно тяготеет за значением свойства, указанным в паспорте, тогда как необходимо помнить, что «аналитик всегда должен отдавать себе отчет в существовании человеческого фактора» и «что он должен разрабатывать свои методы тестирования таким образом, что его подознание не будет знать ожидаемый результат». Хотя человеческий фактор всегда остается вопросом риска получения недостоверных результатов измерений [198, 199].

## 5. НАУЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ, СВЯЗАННЫЕ СО СТАНДАРТНЫМИ ОБРАЗЦАМИ

Вопросы, связанные с теорией и практикой в области стандартных образцов, обсуждаются на различных международных совещаниях. Единственный международный форум, целиком и полностью посвященный стандартным образцам, – это серия международных конференций по биологическим и природным стандартным образцам BERM (Biological and Environmental Reference Materials, впервые проведен в 1983 г.) [200–204], имеющих прочную репутацию мероприятий, предоставляющих уникальную возможность специалистам со всего мира, занимающимся разработкой, изготовлением, распространением и применением СО, поделиться опытом и получить информацию о последних разработках СО, о научно-технических разработках методов и методик измерений, а также по вопросам международной стандартизации и аккредитации в области СО по разным направлениям. Изучая материалы симпозиумов серии BERM, можно рассмотреть историю разработок стандартных образцов для различных отраслей деятельности, например, для СО пищевых матриц [204]. Будущие тенденции разработок СО продуктов питания связаны с расширением количества матриц СО, аттестованных на более широкий круг пищевых компонентов (например,

на более широкий спектр органических составляющих и специфичных компонентов), СО новых видов пищевой продукции и быстрорастущими потребностями в дополнительных стандартных образцах [204].

Организуются также отдельные семинары, связанные с применением или созданием стандартных образцов, например, семинар по стандартным образцам при ежегодной конференции Ассоциации официальных химиков-аналитиков (Workshop on reference materials at the AOAC annual meeting, 2012 г.) [205] или конференция по микроаналитическим стандартным образцам (Microanalytical reference materials, An MAS Topical Conference, 2012 г.) [206].

Кроме того, во время большинства научных мероприятий, связанных с аналитической химией и измерениями в целом, так или иначе затрагиваются вопросы по обеспеченности той или иной области стандартными образцами, особенностям разработки СО определенных типов и их корректному применению. Например, серия международных конференций «Геоанализ» (Geoanalysis) включает в свою программу отдельную секцию, посвященную стандартным образцам для геоаналитики [207]. Конференция «Пища и здоровье: от науки по измерениям до качества и безопасности» (Food and Health: from Measurement Science to Quality and Safety, 2011 г., США) включала обсуждение вопросов выбора, сопоставимости и разработки стандартных образцов для «биоизмерений», таких как измерения содержания ферментов, нуклеиновых кислот, белков, витаминов и непептидных гормонов [208].

Конференция «Будущее стандартных образцов – наука и инновации» (The Future of Reference Materials – Science and Innovation, 2010 г.) [209] акцентировала внимание как на необходимости разработки важнейших критериев качества измерений с применением СО, так и на достижении научно-технического прогресса, если соответствующие стандартные образцы будут существовать. Кроме того, преобразование научных знаний в инновационные продукты и услуги, безусловно, одна из основных проблем настоящего времени и обозримого будущего.

### Выводы

Обзор публикаций за 2010–2013 годы и интернет-источников показал, что мировым сообществом уделяется большое внимание созданию новых стандартных образцов самого широкого спектра матриц, аттестованных по самым разным параметрам. Относительно новые направления – это разработки стандартных СО генетически модифицированных образований и СО для нанотехнологий. Остаются востребованными стандартные



образцы и для измерений в области медицины, нефтегазовой промышленности, природопользования, пищевой и ядерной промышленностей и других областях деятельности. Теоретические аспекты касаются обсуждений терминологии и положений Руководств ИСО/РЕМКО в области стандартных образцов, а также статистических подходов для обработки результатов исследований СО. Обращается также внимание, что на дальнейшее эффективное использование стандартного образца влияет выбор и подготовка вещества или материала для СО. Применение современных методов дает возможность получить высокоточные оценки свойств СО и расширить как круг аттестованных параметров СО, так и область их назначения. Характеризация стандартного образца не должна быть ограничена его аттестаци-

онными исследованиями. Информация, получаемая при применении СО, и специальные дополнительные исследования аттестованных СО, дают возможность расширить область применения СО и предоставить дополнительные возможности его назначения.

Измерения становятся все более сложными и требуют более совершенных средств метрологического обеспечения методик измерений. Это ставит задачи создания стандартных образцов с заданными параметрами, по составу и свойствам адекватным к исследуемым объектам. Поэтому тенденции будущих лет связаны с совершенствованием теоретических и прикладных аспектов разработки и аттестации стандартных образцов для метрологического обеспечения задач различных областей деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Emans H., Botha A., Sauvage S. "Report on the 35th meeting of ISO/REMCO." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 153–155.
2. Botha A. "General guidance for the value assignment of reference materials: a proposed scope for the revision of ISO Guide 35." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 99–100.
3. Botha A. et al. "Outline for the revision of ISO Guide 35." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 115–118.
4. Thomas P., Linsinger J., Emans H. "Characterization of reference materials: proposal for a simplification of the options listed in ISO Guide 34." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 149–152.
5. De Bièvre P. "On 'trueness control materials', better known under the multi-purpose term of 'Certified Reference Materials' (CRMs)." *Accreditation and Quality Assurance*. 2010. V. 15. Pp. 71–72.
6. Call to participate in surveys on GUM and VIM. *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. P. 233.
7. De Bièvre P. "The 2012 International Vocabulary of Metrology: 'VIM'." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 231–232.
8. De Bièvre P. "About some basic concepts for metrology in analytical chemistry." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 355–356.
9. De Bièvre P. "Quality of a measurement result is established by means of metrological criteria." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 479–480.
10. Potts Ph. J. "Glossary of Analytical and Metrological Terms from the International Vocabulary of Metrology (2008)." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2012. V. 36. Pp. 231–246.
11. Ramsey M. H. "How Terminology and Definitions in Analytical Geochemistry can Help or Hinder the Development of New Ideas." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2010. V. 34. Pp. 317–324.
12. Fuentes-Arderiu X. "Ordinal quantities in clinical laboratory sciences." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 349–351.
13. Gadrich T., Bashkansky E., Kuselman I. "Comparison of biased and unbiased estimators of variances of qualitative and semi-quantitative results of testing." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 85–90.
14. Bashkansky E., Gadrich T. "Some metrological aspects of ordinal measurements." *Accreditation and Quality Assurance*. 2010. V. 15. Pp. 331–336.
15. Bashkansky E., Gadrich T., Knani D. "Some metrological aspects of the comparison between two ordinal measuring systems." *Accreditation and Quality Assurance*. 2011. V. 16. Pp. 63–72.
16. Bashkansky E., Gadrich T., Kuselman I. "Interlaboratory comparison of test results of an ordinal or nominal binary property: analysis of variation." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 239–243.
17. Fuentes-Arderiu X. "Proposed terminology of 'lato sensu metrology' for scientific methodology." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 247–252.
18. Dybkaer R. "Concept system on 'quantity': formation and terminology." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 253–260.
19. Nordin G. et al. "An outline for a vocabulary of nominal properties and examinations – basic and general concepts and associated terms." *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 2010. V. 48. Pp. 1553–1566.



20. Nordin G. et al. *Vocabulary for nominal properties and nominal examinations — basic and general concepts and associated terms* (IFCC-IUPAC recommendations 201x). URL: [www.ifcc.org/media/210523/VIN%20IUPAC%20Public%20Review%20-%20Vocabulary%20for%20Nominal%20Properties%20and%20Nominal%20Examinations.pdf](http://www.ifcc.org/media/210523/VIN%20IUPAC%20Public%20Review%20-%20Vocabulary%20for%20Nominal%20Properties%20and%20Nominal%20Examinations.pdf).
21. Koch M., Baumeister F. "On the use of consensus means as assigned values." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 395–398.
22. Mancin M. et al. "Proficiency testing in food microbiology: experience from implementation of ISO/IEC 17043 and ISO/TS 22117." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 425–430.
23. Koch M., Magnusson B. "Use of characteristic functions derived from proficiency testing data to evaluate measurement uncertainties." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 399–403.
24. De Bièvre P. "Is 'consensus value' a correct term for the product of pooling measurement results?" *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 639–640.
25. Heydorn K. "The quality of consensus values." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 243–245.
26. Toman B. et al. "A Bayesian approach to the evaluation of comparisons of individually value-assigned reference materials." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2012. V. 403. Pp. 537–548.
27. Ellison S. L. R. et al. "Use of a replicated Latin square design in a homogeneity test for high purity organic melting point standards." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 283–290.
28. Lima D. C. et al. "Principal component analysis and hierarchical cluster analysis for homogeneity evaluation during the preparation of a wheat flour laboratory reference material for inorganic analysis." *Microchemical Journal*. 2010. V. 95. Pp. 222–226.
29. De Carvalho Rocha W. F. et al. "A comparison of three procedures for robust PCA of experimental results of the homogeneity test of a new sodium diclofenac candidate certified reference material." *Microchemical Journal*. 2013. V. 109. Pp. 112–116.
30. De Carvalho Rocha W. F., Nogueira R. "Use of multivariate statistical analysis to evaluate experimental results for certification of two pharmaceutical reference materials." *Accreditation and Quality Assurance*. 2011. V. 16. Pp. 523–528.
31. Hanari N. et al. "Influence of desorption and sorption of water on the purity of perfluoroctanoic acid." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 137–142.
32. Salmon D. R., Tye R. P. "Pyroceram 9606. A Certified Ceramic Reference Material for High-Temperature Thermal Transport Properties. Part 1. Material Selection and Characterization." *International Journal of Thermophysics*. 2010. V. 31. Pp. 338–354.
33. Santo Filho D. M. E. et al. "The possibility of using beef tallow biodiesel as a viscosity reference material." *Accreditation and Quality Assurance*. 2010. V. 15. Pp. 473–476.
34. Corsetti J. P. et al. "Glycerol as a reference material for fecal fat quantitation using low-resolution time domain <sup>1</sup>H NMR spectroscopy." *Clinical Biochemistry*. 2011. V. 44. Pp. 1352–1354.
35. Wallner A. et al. "High-sensitivity isobar-free AMS measurements and reference materials for 55Fe, 68Ge and 202gPb." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. 2013. V. 294. Pp. 374–381.
36. Carter J. F., Fry B. "Do it yourself" reference materials for δ<sup>13</sup>C determinations by isotope ratio mass spectrometry." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2013. V. 405. P. 4959–4962.
37. Weber M. et al. "Using high-performance quantitative NMR (HP-qNMR) for certifying traceable and highly accurate purity values of organic reference materials with uncertainties 0.1 %." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 91–98.
38. Rathore D. P. S., Kumar M., Tarafder P. K. "Presentation of differential laser-induced fluorimetry as a reference measurement procedure for determination of total uranium content in ores and similar matrices." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 75–84.
39. Seiko, Kato L. et al. "Instrumental neutron activation analysis for assessing homogeneity of a whole rice candidate reference material." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2013. V. 297. Pp. 271–275.
40. Moreira E. G. et al. "Trace element determination in a mussel reference material using short irradiation instrumental neutron activation analysis." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2013. V. 296. Pp. 251–254.
41. Anderson D. L., Cunningham W. C. "Analysis of FDA in-house food reference materials with anticoincidence INAA." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2013. V. 296. Pp. 175–180.
42. Siddique N. et al. "Trace element content of phosphorite reference materials (BCR-RM-032, PRH and IAEA-434) INAA." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2012. V. 292. Pp. 445–452.
43. Moreira E. G. et al. "Applying INAA to the homogeneity study of a *Perna perna* mussel reference material." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2012. V. 291. Pp. 107–111.
44. Wise S. A. et al. "Role of chromatography in the development of Standard Reference Materials for organic analysis." *Journal of Chromatography A*. 2012. V. 1261. Pp. 3–22.
45. Matsumoto N., Watanabe T., Kato K. "Impurity analyses of high-purity carbon monoxide gas using micro gas chromatography for development as a certified reference material." *Journal of Chromatography A*. 2012. V. 1282. Pp. 190–193.
46. Turner A. D. et al. "Potential use of gamma irradiation in the production of mussel and oyster reference materials for paralytic shellfish poisoning toxins." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 743–749.
47. Lowenthal M. S. et al. "Certification of NIST standard reference material 2389a, amino acids in 0.1 mol/L HCl – quantification by ID LC-MS/MS." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 511–519.



48. Tai S. S.-C., Yeh Ch.-Y., Phinney K. W. "Development and validation of a reference measurement procedure for certification of phenytoin, phenobarbital, lamotrigine, and topiramate in human serum using isotopodilution liquid chromatography/tandem mass spectrometry." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2011. V. 401. Pp. 1915–1922.
49. Schiel J. E. et al. "LC-MS/MS biopharmaceutical glycoanalysis: identification of desirable reference material characteristics." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2012. V. 403. Pp. 2279–2289.
50. Borisova A. Y. et al. "Multi-Elemental Analysis of ATHO-G Rhyolitic Glass (MPIDING Reference Material) by Femtosecond and Nanosecond LA-ICP-MS: Evidence for Significant Heterogeneity of B, V, Zn, Mo, Sn, Sb, Cs, W, Pt and Pb at the Millimetre Scale." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2010. V. 34. Pp. 245–255.
51. Wang H. et al. "Production of three certified reference materials for water content based on mixed solutions of butanol, xylene and propylene carbonate." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 183–189.
52. Serta Fraga I. C. et al. "Certification of a low value electrolytic conductivity solution using traceable measurements." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 99–104.
53. Abouchami W. et al. "A Common Reference Material for Cadmium Isotope Studies – NIST SRM 3108." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2013. Vol. 37. Pp. 5–17.
54. Richter S. et al. "Certification of a new series of gravimetrically prepared synthetic reference materials for  $n(^{236}\text{U})/n(^{238}\text{U})$  isotope ratio measurements." *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*. 2010. V. 268. Pp. 956–959.
55. Kraiem M. et al. "Characterizing uranium oxide reference particles for isotopic abundances and uranium mass by single particle isotope dilution mass spectrometry." *Analytica Chimica Acta*. 2012. V. 748. Pp. 37–44.
56. Monteiro T. M. et al. "Development of a certified reference material for cachaca: an effective material for quality assurance." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 197–206.
57. Ferraz Spisso B. et al. "Preparation of in-house reference material of benzylpenicillin in milk and results of a Brazilian proficiency testing scheme." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 323–331.
58. Hon P. Y. T. et al. "Development of melamine certified reference material in milk using two different isotope dilution mass spectrometry techniques." *Journal of Chromatography A*. 2011. V. 1218. Pp. 6907–6913.
59. McCarron P. et al. "A mussel tissue certified reference material for multiple phycotoxins. Part 1: design and preparation." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2011. V. 400. Pp. 821–833.
60. Navarro P. et al. "Preparation of a reference mussel tissue material for polycyclic aromatic hydrocarbons and trace metals determination." *Analytica Chimica Acta*. 2010. V. 675. Pp. 91–96.
61. Sin D. W. M. et al. "Development of a candidate certified reference material of cypermethrin in green tea." *Analytica Chimica Acta*. 2012. V. 721. Pp. 110–114.
62. Sander L. C. et al. "Development and certification of green tea-containing standard reference materials." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2012. V. 402. Pp. 473–487.
63. Nour S. et al. "Characterization of the NIST shellfish Standard Reference Material 4358." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2013. V. 296. Pp. 301–307.
64. Pham M. K. et al. "A certified reference material for radionuclides in the water sample from Irish Sea (IAEA-443)." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2011. V. 288. Pp. 603–611.
65. Pham M. K. et al. "A new reference material for radionuclides in the mussel sample from the Mediterranean Sea (IAEA-437)." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2010. V. 283. Pp. 851–859.
66. Pham M. K. et al. "Certified reference material IAEA-418: 129I in Mediterranean Sea water." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2010. V. 286. Pp. 121–127.
67. Salmon D. R., Brandt R., Tye R. P. "Pyroceram 9606, A Certified ceramic reference material for high-temperature thermal transport Properties. Part 2. Certification Measurements." *International Journal of Thermophysics*. 2010. V. 31. Pp. 355–373.
68. Ostermann M. et al. "Results and effects of homogeneity and stability studies carriedout by X-ray fluorescence on the new reference material BAM-H010." *Accreditation and Quality Assurance*. 2011. V. 16. Pp. 515–522.
69. Koch M. et al. "Certification of reference materials for ochratoxin A analysis in coffee and wine." *Accreditation and Quality Assurance*. 2011. V. 16. Pp. 429–437.
70. Paul R. L., Lindstrom R. M. "Preparation and Certification of Hydrogen in Titanium Alloy Standard Reference Materials." *Metallurgical and materials transactions A*. 2012. V. 43, № 2. Pp. 4888–4895.
71. Scharf H. et al. "Certification of the mass fractions of trace elements and pentachlorophenol in an impregnated wood reference material." *Accreditation and Quality Assurance*. 2010. V. 15. Pp. 613–619.
72. Shehata A. B., Tahoun I. F. "Preparation and certification of a fish oil natural matrix reference material for organochlorine pesticides." *Accreditation and Quality Assurance*. 2010. V. 15. Pp. 563–568.
73. Caroli S., Botttoni P. "A new Antarctic certified reference material for trace elements: Adamussium colbecki." *Microchemical Journal*. 2010. V. 96. Pp. 190–193.
74. Quan C. et al. "Development of anabolic-androgenic steroids purity certified reference materials for anti-doping." *Steroids*. 2011. V. 76. Pp. 1527–1534.
75. Schmidt K. S. et al. "Endogenous and synthetic steroids in bovine urine – Preparation of in-house reference material, stability studies and results of a proficiency test." *Analytica Chimica Acta*. 2012. V. 717. Pp. 85–91.



76. Itoh Y. et al. "Preparation of highly purified monomeric human serum albumin as secondary reference material for standardization of urinary albumin immunoassays." *Clinica Chimica Acta*. 2012. V. 413. Pp. 175–181.
77. Chen Sh.-L., Yuan G., Hu Ch.-T. "Preparation and size determination of monodisperse silica microspheres for particle size certified reference materials." *Powder Technology*. 2011. V. 207. Pp. 232–237.
78. Bohm D. A. et al. "Preparation and characterization of in-house reference material of tylosin in honey and results of a proficiency test." *Analytica Chimica Acta*. 2011. V. 700. Pp. 58–62.
79. Lee K. J. et al. "Development of new reference materials for the determination of cadmium, chromium, mercury and lead in polycarbonate." *Analytica Chimica Acta*. 2013. V. 758. Pp. 19–27.
80. Fisher Ch. M. et al. "Synthetic zircon doped with hafnium and rare earth elements: A reference material for in situ hafnium isotope analysis." *Chemical Geology*. 2011. V. 286. Pp. 32–47.
81. Bracciali L. et al. "UPb LA-(MC)-ICP-MS dating of rutile: New reference materials and applications to sedimentary provenance." *Chemical Geology*. 2013. V. 347. Pp. 82–101.
82. De Rose P. C. et al. "Characterization of Standard Reference Material 2943, Cu-ion-doped glass, spectral correction standard for blue fluorescence." *Journal of Luminescence*. 2011. V. 131. Pp. 2509–2514.
83. Saldanha H. et al. "Feasibility study for producing a carrot/potato matrix reference material for 11 selected pesticides at EU MRL level: Material processing, homogeneity and stability assessment." *Food Chemistry*. 2012. V. 132. Pp. 567–573.
84. Šperlingová I. et al. "Determination of butoxyacetic acid (biomarker of ethylene glycol monobutyl ether exposure) in human urine candidate reference material." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 433–438.
85. Feng L. et al. "Certification of reference materials for Cd, Cr, Hg and Pb in polypropylene." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 396. Pp. 3051–3057.
86. Narukawa T. et al. "Preparation and certification of arsenate [As(V)] reference material, NMIJ CRM 7912-a." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 493–499.
87. Kucklick J. R. et al. "Marine mammal blubber reference and control materials for use in the determination of halogenated organic compounds and fatty acids." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 423–432.
88. Tai S. S.-C. et al. "Certification of drugs of abuse in a human serum standard reference material: SRM 1959." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 501–509.
89. Otake T. et al. "Characterization of certified reference material for quantification of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in fish." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 2569–2577.
90. Phillips M. M. et al. "Determination of organic acids in Vaccinium berry standard reference materials." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 398. Pp. 425–434.
91. Kim B. et al. "Development of a certified reference material for the determination of acrylamide in potato chips." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 398. Pp. 1035–1042.
92. Caurant A. et al. "A new certified reference material for benzene measurement in air on a sorbent tube: development and proficiency testing." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 398. Pp. 2265–2277.
93. Wu L. et al. "Development of bovine serum albumin certified reference material." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 400. Pp. 3443–3449.
94. Thomas J. B. et al. "Preparation and value assignment of standard reference material 968e fat-soluble vitamins, carotenoids, and cholesterol in human serum." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2012. V. 402. Pp. 749–762.
95. Itoh N. et al. "Certified reference material for quantification of polycyclic aromatic hydrocarbons and toxic elements in tunnel dust (NMIJ CRM 7308-a) from the National Metrology Institute of Japan." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2011. V. 401. Pp. 2909–2918.
96. Bergh C. et al. "Organophosphate and phthalate esters in standard reference material 2585 organic contaminants in house dust." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2012. V. 402. Pp. 51–59.
97. Narukawa T. et al. "Preparation and certification of Hijiki reference material, NMIJ CRM 7405-a, from the edible marine algae hijiki (*Hizikia fusiforme*)."*Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2012. V. 402. Pp. 1713–1722.
98. Bi J. et al. "Development of hemoglobin A<sub>1c</sub> certified reference material by liquid chromatography isotope dilution mass spectrometry." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2012. V. 403. Pp. 549–554.
99. Koppen R. et al. "Development and certification of a reference material for Fusarium mycotoxins in wheat flour." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2013. V. 405. Pp. 4755–4763.
100. Polkowska-Motrenko H., Dybczynski R. S., Chajduk E. "Certification of reference materials for inorganic trace analysis: the INCT approach." *Accreditation and Quality Assurance*. 2010. V. 15. Pp. 245–250.
101. Shi Ch. et al. "Preparation and Certification of Biogeochemical Reference Materials." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2008. V. 32. Pp. 337–345.
102. Batjargal B., Davaasuren B., Erdenetsetseg D. "Producing Certified Reference Materials at the Central Geological Laboratory of Mongolia." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2010. V. 34. Pp. 231–236.
103. Kane J. S. "Experience of the International Association of Geoanalysts as a Certifying Body." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2010. V. 34. Pp. 215–230.
104. Žel J. et al. "How to reliable test for GMO." *Springer Briefs in Food, Health, and Nutrition*. Berlin: Springer, 2012. Pp. 1–95.



105. European Commission. Commission regulation (EC) No 641/2004 of 6 April 2004 on detailed rules for the implementation of Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council as regards the application for the authorization of new genetically modified food and feed, the notification of existing products and adventitious or technically unavoidable presence of genetically modified material which has benefited from a favorable risk evaluation. *Official Journal of the European Union*. 2004. L. 102. Pp. 14–25.
106. Roebben G., Emons H., Reiners G. "Nanoscale Reference Materials." *Nanotechnology Standards Nanostructure Science and Technology*, 2011. Pp. 53–75.
107. Stone V. et al. "Nanomaterials for environmental studies: Classification, reference material issues, and strategies for physicochemical characterization." *Science of the Total Environment*. 2010. V. 408. Pp. 1745–1754.
108. The National Nanotechnology Initiative Strategic Plan. National Science and Technology Council Committee on Technology Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering, and Technology. February 2011. URL: [www.nano.gov/sites/default/files/pub\\_resource/2011\\_strategic\\_plan.pdf?qn=nnistrategicplan211.pdf](http://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/2011_strategic_plan.pdf?qn=nnistrategicplan211.pdf).
109. Demin V. A. et al. "Formation of Certified Reference Materials and Standard Measurement Guides for Development of Traceable Measurements of Mass Fractions and Sizes of Nanoparticles in Different Media and Biological Matrixes on the Basis of Gamma-Ray and Optical Spectroscopy." *Nanotechnologies in Russia*. 2013. Vol. 8. Pp. 347–356.
110. Braun A. et al. "A new certified reference material for size analysis of nanoparticles." *Journal of Nanoparticle Research*. 2012. Vol. 14. Pp. 1–12.
111. Roebben G. et al. "Reference materials and representative test materials: the nanotechnology case." *Journal of Nanoparticle Research*. 2013. Vol. 15. Pp. 1–13.
112. Karpov Yu. A. et al. "Standard reference materials of high-purity substances for metrological support of analytical monitoring of nanomaterials and their high-purity precursors." *Measurement Techniques*. 2011. Vol. 54. No. 9. Pp. 40–44.
113. Zeisler R. et al. "Elemental analysis of a single-wall carbon nanotube candidate reference material." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2011. V. 399. Pp. 509–517.
114. Huggett J. F. et al. "Considerations for the development and application of control materials to improve metagenomic microbial community profiling." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 77–83.
115. Lacorn M., Weiss T., Immer U. "How should we proceed with the standardization in case of allergen determination?" *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 119–125.
116. Zook J. M., Salit M. "Genomes in a bottle: creating standard reference materials for genomic variation - why, what and how?" *Genome Biology*. 2011. V. 12 (Suppl 1). P. 18.
117. Kamen A. A. et al. "An initiative to manufacture and characterize baculovirus reference material." *Journal of Invertebrate Pathology*. 2011. V. 107. Pp. S113–S117.
118. Infusino I. et al. "Standardization of ceruloplasmin measurements is still an issue despite the availability of a common reference material." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 521–525.
119. Duewer D. L. et al. "Experimental design and data evaluation considerations for comparisons of reference materials." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 567–588.
120. Torres-Escribano S. et al. "Comparison of a static and a dynamic in vitro model to estimate the bioaccessibility of As, Cd, Pb and Hg from food reference materials Fucus sp. (IAEA-140/TM) and Lobster hepatopancreas (TORT-2)." *Science of the Total Environment*. 2011. V. 409. Pp. 604–611.
121. Rami L., Roura M., Canalias F. "Evaluation of commutability of several materials for harmonization alkaline phosphatase catalytic concentration measurements." *Clinica Chimica Acta*. 2012. V. 413. Pp. 1249–1254.
122. Infusino I. et al. "Commutability of two JCTLM-listed secondary reference materials for two commercial lithium assays." *Clinica Chimica Acta*. 2012. V. 414. Pp. 152–153.
123. Carobene A., Guerra E., Ceriotti F. "A mechanism-based way to evaluate commutability of control materials for enzymatic measurements. The example of gamma-glutamyltransferase." *Clinica Chimica Acta*. 2013. V. 424. Pp. 153–158.
124. Zeleny R., Ernteborg H., Schimmel H. "Assessment of commutability for candidate certified reference material ERM-BB130 'chloramphenicol in pork'." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 398. Pp. 1457–1465.
125. He H.-J. et al. "An immunoprecipitation coupled with fluorescent Western blot analysis for the characterization of a model secondary serum cardiac troponin I reference material." *Clinica Chimica Acta*. 2011. V. 412. Pp. 107–111.
126. Varga B., Tarjan S. "Need and use of reference materials in a comprehensive countrywide monitoring of radionuclides." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 105–114.
127. Inn K. G. W. et al. "The urgent requirement for new radioanalytical certified reference materials for nuclear safeguards, forensics, and consequence management." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2013. V. 296. Pp. 5–22.
128. Jakopic R. et al. "An inter-calibration campaign using various selected Pu spike isotopic reference materials." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2010. V. 286. Pp. 449–454.
129. Varga Z. et al. "Development and validation of a methodology for uranium radiochronometry reference material preparation." *Analytica Chimica Acta*. 2012. V. 718. Pp. 25–31.
130. Jochum K. P. et al. "Geostandards and Geoanalytical Research Bibliographic Review 2010." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2011. V. 35. Pp. 485–488.



131. Escoube R. et al. "An Intercomparison Study of the Germanium Isotope Composition of Geological Reference Materials." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2012. V. 36. Pp. 149–159.
132. Vogl J., Rosner M. "Production and Certification of a Unique Set of Isotope and Delta Reference Materials for Boron Isotope Determination in Geochemical, Environmental and Industrial Materials." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2012. V. 36. Pp. 161–175.
133. Rigaudier T. et al. "Hydrogen and Oxygen Isotope Reference Materials for the Analysis of Water Inclusions in Halite." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2012. V. 36. Pp. 51–59.
134. Moeller K. et al. "Calibration of the New Certified Reference Materials ERM-AE633 and ERM-AE647 for Copper and IRMM-3702 for Zinc Isotope Amount Ratio Determinations." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2012. V. 36. Pp. 177–199.
135. Gao Y., Casey J. F. "Lithium Isotope Composition of Ultramafic Geological Reference Materials JP-1 and DTS-2." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2012. V. 36. Pp. 75–81.
136. Jochum K. P. et al. "GSD-1G and MPI-DING Reference Glasses for In Situ and Bulk Isotopic Determination." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2011. V. 35. Pp. 193–226.
137. Matthews K. A. et al. "Uranium and Thorium Concentration and Isotopic Composition in Five Glass (BHVO-2G, BCR-2G, NKT-1G, T1-G, ATHO-G) and Two Powder (BHVO-2, BCR-2) Reference Materials." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2011. V. 35. Pp. 227–234.
138. Bolou-Bi E. B. et al. "Magnesium Isotope Compositions of Natural Reference Materials." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2009. V. 31. Pp. 95–109.
139. Jochum K. P. et al. "Determination of Reference Values for NIST SRM 610–617 Glasses Following ISO Guidelines." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2011. V. 35. Pp. 397–429.
140. Yang Q.-C. et al. "BAM-S005 Type A and B: New Silicate Reference Glasses for Microanalysis." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2012. V. 36. Pp. 301–313.
141. Hu M.-Y. et al. "Preliminary Characterization of New Reference Materials for Microanalysis: Chinese Geological Standard Glasses CGSG-1, CGSG-2, CGSG-4 and CGSG-5." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2011. V. 35. Pp. 235–251.
142. De Bruin D. "Evaluation of a Quality Control Monitor Material for the Routine Electron Probe Microanalysis of Kimberlite Exploration Garnets." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2010. V. 34. Pp. 257–264.
143. Wang Y. et al. "Platinum-Group Element Results for Two Cobalt-Rich Seamount Crust Ultra-Fine Reference Materials: MCpt-1 and MCpt-2." *Geostandards and Geoanalytical Research*. 2011. V. 35. Pp. 341–352.
144. Ibanez-Palomino C., Lopez-Sanchez J. F., Sahuquillo A. "Certified reference materials for analytical mercury speciation in biological and environmental matrices: Do they meet user needs?; a review." *Analytica Chimica Acta*. 2012. V. 720. Pp. 9–15.
145. Lombard B. "Reliability of measurement results in food microbiology: the contribution of reference laboratories in the European Union and of international/European standardization." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 223–229.
146. Rimmer C. A. et al. "Standard reference materials for dietary supplement analysis." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2013. V. 405. Pp. 4337–4344.
147. Hauck W. W. "Primary and Secondary Reference Materials for Procedures to Test the Quality of Medicines and Foods." *Pharmaceutical Research*. 2012. V. 29. Pp. 922–931.
148. Phillips M. M., Sharpless E. K., Wise S. A. "Standard reference materials for food analysis." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2013. V. 405. Pp. 4325–4335.
149. Johnson D. et al. "Uma Sreenivasan Development challenges in the preparation of solution-based phytochemical and vitamin certified reference materials." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2013. V. 405. Pp. 4345–4352.
150. Ramsey M. H. et al. *Quality in Measurement and Testing* / Ed. by Horst Czichos, Tetsuya Saito, Leslie E. Smith. Berlin: Springer, 2011. Pp. 97–115.
151. Emons H. "Emerging measurements." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 1–2.
152. Lehmann C. "Accrediting PT/EQA providers to ISO/IEC 17043." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 371–374.
153. Ellison S. L. R., Hardcastle W. A. "Causes of error in analytical chemistry: results of a web-based survey of proficiency testing participants." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 453–464.
154. Blanco-Font A. "'Clinic laboratory accreditation with ISO 15189:2007 in the European Union': report of the VI European symposium on clinical laboratory and in vitro diagnostic industry." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 473–477.
155. Grochau I. H., Ten Caten C. S. "A process approach to ISO/IEC 17025 in the implementation of a quality management system in testing laboratories." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 519–527.
156. Fuentes-Arderiu X., Rigo-Bonnin R. "Metrological reference values for estimating measurement bias in clinical laboratory sciences." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 519–527.
157. Aslan B., Gun-Munro J., Flynn G. J. "Role of proficiency testing in monitoring of standardization of hemoglobin A1c methods." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 419–424.
158. Sorbo A., Colabucci A., Ciaralli L. "Control charts to evaluate long-term performance in proficiency tests." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 291–298.
159. Nogueira R., Soare M. A. "Accreditation and recognition programs in Brazil: current situation and perspectives." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 217–223.



160. Fuentes-Arderiu X., Rigo-Bonnin R. "Metrological reference values for estimating measurement bias in clinical laboratory sciences." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 549–551.
161. Dimech W. et al. "A review of the relationship between quality control and donor sample results obtained from serological assays used for screening blood donations for anti-HIV and hepatitis B surface antigen." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 11–18.
162. Thompson M., Magnusson B. "Methodology in internal quality control of chemical analysis." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 273–278.
163. Park M. et al. "Estimation of mercury speciation in soil standard reference materials with different extraction methods by ion chromatography coupled with ICP-MS." *Environmental Geochemistry and Health*. 2011. V. 33. Pp. 49–56.
164. Baldan A. et al. "The BIOREMA project. Part 1: Towards international comparability for biofuel analysis." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 19–28.
165. Baldan A. et al. "The BIOREMA project. Part 2: International interlaboratory comparison for biodiesel test methods." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 29–39.
166. Baldan A. et al. "The BIOREMA project. Part 3: International interlaboratory comparison for bio-ethanol test methods." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 41–50.
167. Murtas S., Gaggioli A., von Hunolstein C. "Quantifying uncertainty in determination of polysaccharides in glycoconjugate vaccines based on in-house validation data." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 177–182.
168. Drolc A., Pintar A. "Method validation and measurement uncertainty evaluation for measurement of mass concentration of organic acids in fermentation broths by using ion chromatography." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 323–330.
169. Teixeira P. et al. "Uncertainty estimation to evaluate mass balances on a combustion system." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 159–166.
170. Rolle F., Maurino V., Segà M. "Metrological traceability for benzo[a]pyrene quantification in airborne particulate matter." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 191–197.
171. Teo T. L. et al. "A bilateral study for the establishment of comparability in the measurement of ethanol in bioethanol fuel using isotope dilution mass spectrometry." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 15–321.
172. Quan C. et al. "High-precision analysis of ethanol in bioethanol by gas chromatography with flame ionization detector." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 535–541.
173. Drolc A., Djinovic P., Pintar A. "Gas chromatography analysis: method validation and measurement uncertainty evaluation for volume fraction measurements of gases in simulated reformate gas stream." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 225–233.
174. Zhu Y. et al. "Characterization of a certified reference material (NMIIJ CRM 8301-a) for determination of Cu in bio-ethanol." *Fuel*. 2013. V. 103. Pp. 736–741.
175. Roje V. "Multi-elemental analysis of marine sediment reference material MESS-3: one-step microwave digestion and determination by high resolution inductively coupled plasma-mass spectrometry (HR-ICP-MS)." *Chemical Papers*. 2010. V. 64. Pp. 409–414.
176. Mizera J., Randa Z. "Instrumental neutron and photon activation analyses of selected geochemical reference materials." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2010. V. 284. Pp. 157–163.
177. Trancoso M. et al. "Indoor air quality: validation and setting up quality control for determination of anions and cations in particulate matter." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 199–206.
178. Cordeiro F. et al. "Determination of brominated flame retardants: a proficiency test." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 439–444.
179. Ohlsson, Anders K. E. "Uncertainty budget for multi-elemental analysis of plant nutrients in conifer foliar material using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES)." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 301–313.
180. Dias G. M., Camoes F. M., Oliveira L. "Measurement uncertainty of food carotenoid determination." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 183–189.
181. Monteiro, Rebello L. et al. "Evaluation of a Brazilian ion chromatography interlaboratory study." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 207–215.
182. Chudzinska M., Debska A., Baralkiewicz D. "Method validation for determination of 13 elements in honey samples by ICP-MS." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 65–73.
183. Chung S. W. C., Tran J.C. H., Wong W. W. "Capability of laboratories to determine core nutrients in foods: results of an international proficiency test." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 35–44.
184. Murtula R. et al. "Development of a new reference material for the validation of molecular detection methods for microbiological analysis." *Accreditation and Quality Assurance*. 2010. V. 15. Pp. 217–221.
185. Blaine R. "The search for kinetic reference materials for adiabatic and differential scanning calorimetry." *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2011. V. 106. Pp. 25–31.
186. Blaine R. "Dynamic mechanical properties of an ultra high molecular weight polyethylene reference material SRM 8456." *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2012. V. 109. Pp. 1111–1115.
187. Nogueira R. et al. "Traceability of measurement results in chemistry: a case study of certification of three new pharmaceutical reference materials." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 497–510.

188. Canalias F., Garcia E., Sanchez M. "Metrological traceability of values for  $\alpha$ -amylase catalytic concentration assigned to a commutable calibrator materials." *Clinica Chimica Acta*. 2010. V. 411. Pp. 7–12.
189. Zhou T. et al. "Determination of the total purity of a high-purity silver material to be used as a primary standard for element determination." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 341–349.
190. Long M. J. et al. "Precise measurement of stable ( $^{88/86}\text{Sr}$ ) and radiogenic ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) strontium isotope ratios in geological standard reference materials using MC-ICP-MS." *Chinese Science Bulletin. Geochemistry*. 2012. Pp. 1–8.
191. Condon D. J. et al. "Isotopic composition ( $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$ ) of some commonly used uranium reference materials." *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2010. V. 74. Pp. 7127–7143.
192. Ulrich K. et al. "Extractable organic matter of Standard Reference Material 1649a influences immunological response induced by pathogen-associated molecular patterns." *Environmental science and pollution research international*. 2010. V. 17. Pp. 1257–1267.
193. Paul R. L. "Determination of arsenic in food and dietary supplement standard reference materials by neutron activation analysis." *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*. 2013. V. 297. Pp. 365–370.
194. Grotti M. et al. "Arsenic species in certified reference material MURST-ISS-A2 (Antarctic krill)." *Talanta*. 2010. V. 80. Pp. 1441–1444.
195. Keller J. M. et al. "Determination of perfluorinated alkyl acid concentrations in human serum and milk standard reference materials." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 439–451.
196. Thomas J. B., Yen J. H., Sharpless K. E. "Characterization of NIST food-matrix standard reference materials for their vitamin C content." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2013. V. 405. Pp. 4539–4548.
197. Epstein M. S. "The reference materials syndrome." *Talanta*. 2010. V. 80. Pp. 1467–1469.
198. Kuselman I. et al. "Human errors and reliability of test results in analytical chemistry." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 18. Pp. 3–9.
199. Kuselman I. et al. "House-of-security approach to measurement in analytical chemistry: quantification of human error using expert judgments." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 459–467.
200. Emmons H. "Teaching & Training." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 359–360.
201. Emmons H. "Meeting quality." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 75–76.
202. Fajgelj A. "Thirteenth international symposium on biological and environmental reference materials (BERM-13)." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 127–128.
203. Sargent M. "BERM: the international forum for reference material producers and users." *Accreditation and Quality Assurance*. 2010. V. 15. P. 205.
204. Wolf W. R. "History of reference materials for food and nutrition metrology: as represented in the series of BERM symposia." *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2010. V. 397. Pp. 413–421.
205. Emteborg H. et al. "TDLM/TDRM workshop on reference materials at the AOAC annual meeting 2012: enabling accuracy/trueness control in analytical method validation and verification." *Accreditation and Quality Assurance*. 2013. V. 18. Pp. 261–264.
206. *Microanalytical reference materials. An MAS Topical Conference*. May 15–17, 2012. USA, GOLDEN CO. URL: [www.csmospace.com/events/mas](http://www.csmospace.com/events/mas).
207. *International Association of Geoanalysts*. URL: [www.geoanalyst.org](http://www.geoanalyst.org).
208. Wong S. et al. "International symposium on 'Food and Health: from Measurement Science to Quality and Safety'." *Accreditation and Quality Assurance*. 2012. V. 17. Pp. 557–560.
209. Emmons H., Majoros L. "Conference report 'The Future of Reference Materials – Science and Innovation'." *Accreditation and Quality Assurance*. 2011. V. 16. Pp. 327–328.

## STATE-OF-ART DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF REFERENCE MATERIALS: A REVIEW INTERNATIONAL PUBLICATION

E. A. Anchutina

*Review of publications of international scientific journals for 2010–2013 on different aspects of theoretical approaches of reference material (RM) production and certification, details of specific RM type productions, applying state-of-art methods for RM characterization, using RMs in different fields of activities, etc., are described.*

**Key words:** Reference material, review of publications, reference material certification.