

■ ЭТАЛОНЫ / MEASUREMENT STANDARDS

DOI: 10.20915/2077-1177-2019-15-3-5-13
УДК 006.9:53.089.68:533.27ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕРИЙНО ВЫПУСКАЕМЫХ
СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ СОСТАВА ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

© Л. А. Конопелько, А. В. Колобова, О. В. Фатина

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д. И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
e-mail: fhi@b10.vniim.ruПоступила в редакцию – 29 апреля 2019 г., после доработки – 31 мая 2019 г.
Принята к публикации – 3 июня 2019 г.

В настоящее время в РФ метрологическая прослеживаемость стандартных образцов состава газовых смесей в баллонах под давлением, выпускаемых предприятиями-производителями стандартных образцов, осуществляется в соответствии с ГОСТ 8.578-2014.

С учетом того, что стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением применяются при испытаниях в целях утверждения типа средств измерений, поверке, калибровке и градуировке газоаналитических средств измерений, используемых для контроля взрывопожароопасных газов и паров, вредных компонентов в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны, выбросов транспортных средств и предприятий, контроля технологических процессов, качества углеводородной продукции и т. д., вопрос обеспечения качества серийно выпускаемых стандартных образцов (около 100 тысяч баллонов с газовыми смесями в год) имеет важное значение.

Для обеспечения качества стандартных образцов состава газовых смесей в баллонах под давлением, серийно выпускаемых предприятиями-производителями стандартных образцов, предлагаем следующий комплекс действий:

- прохождение обязательной аккредитации предприятиями-производителями стандартных образцов на соответствие требованиям ГОСТ ISO Guide 34–2014 и ГОСТ ISO Guide 35–2015;*
- постоянное участие предприятий-производителей стандартных образцов в программах проверки квалификации посредством межлабораторных сравнительных испытаний;*

Ссылка при цитировании:

Конопелько Л. А., Колобова А. В., Фатина О. В. Проблема повышения качества серийно выпускаемых стандартных образцов состава газовых смесей // Стандартные образцы. 2019. Т. 15. № 3. С. 5–13. DOI 10.20915/2077-1177-2019-15-3-5-13

For citation:

Konopelko L. A., Kolobova A. V., Fatina O. V. The problem of improving the quality of seriously issued certified reference materials of the composition of gas mixtures. Reference materials. 2019; 15(3): 5–13. DOI 10.20915/2077-1177-2019-15-3-5-13 (In Russ.).

* Материалы данной статьи переведены на английский язык и опубликованы в сборнике «Reference Materials in Measurement and Technology», издательство Springer.

– актуализация и доработка существующего комплекса стандартов, определяющих требования ко всему жизненному циклу стандартного образца состава газовой смеси в баллоне под давлением;
– совершенствование метода аттестации стандартного образца путем расчета значения расширенной неопределенности стандартного образца и введения нового коэффициента «технологического запаса».

Ключевые слова: метрология, стандартный образец, газовая смесь, государственный первичный эталон, вторичный эталон, рабочий эталон, прослеживаемость, контроль качества

DOI: 10.20915/2077-1177-2019-15-3-5-13

THE PROBLEM OF IMPROVING THE QUALITY OF SERIOUSLY ISSUED CERTIFIED REFERENCE MATERIALS OF THE COMPOSITION OF GAS MIXTURES

© Leonid A. Konopelko, Anna V. Kolobova, Olga V. Fatina

D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM),
St. Petersburg, Russian Federation
E-mail: fhi@b10.vniim.ru

Received – 29 April, 2019. Revised – 31 May, 2019.
Accepted for publication – 3 June, 2019.

Currently, in the Russian Federation, the metrological traceability of certified reference materials of the composition of gas mixtures in cylinders under pressure produced by manufacturers of certified reference materials is carried out in accordance with GOST 8.578-2014. Considering that certified reference materials of the composition of gas mixtures in cylinders under pressure are used for testing to approve the type of measuring instruments, verification, calibration, and graduation of gas-analytical measuring instruments used to control explosive gases and vapors, harmful components in the atmospheric air and the air of the working area, emissions from vehicles and enterprises, to control technological processes, the quality of hydrocarbon products, etc., the issue of ensuring the quality of seriously produced certified reference materials (about 100.000 cylinders with gas mixtures per year) is important. To ensure the quality of certified reference materials of gas mixtures in cylinders under pressure, mass-produced by manufacturers of certified reference materials, we offer the following actions:

- *manufacturers of certified reference materials' passing of mandatory accreditation for compliance with the requirements of GOST ISO Guide 34–2014 and GOST ISO Guide 35–2015;*
- *manufacturers of certified reference materials' constant participation in the proficiency testing programs through interlaboratory tests;*
- *actualizing and refining the existing set of standards defining the requirements for the entire life cycle of a certified reference material of a gas mixture in a cylinder under pressure;*
- *improving the method of certification of a reference material by calculating the value of the expanded uncertainty of the reference material and the introducing a new coefficient «technological reserve».*

Keywords: metrology, certified reference material, gas mixture, State primary measurement standard, secondary measurement standard, working measurement standard, traceability, quality control

В соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых средах [1] стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением являются рабочими эталонами и фактически согласно [2, 3] выполняют роль мер для средств измерений содержания компонентов в газовых средах, с помощью которых проводятся испытания в целях утверждения типа средств измерений, поверка,

калибровка и градуировка газоаналитических средств измерений. Широкое применение стандартных образцов состава газовых смесей в баллонах под давлением при производстве и контроле средств измерений подтверждается ежегодным выпуском в Российской Федерации около 100 тысяч баллонов с газовыми смесями.

В настоящее время в России метрологическая прослеживаемость стандартных образцов состава газовых смесей в баллонах под давлением, выпускаемых предприятиями-производителями стандартных образцов, в соответствии с [1] реализуется по схеме, приведенной на рис. 1. Воспроизведение, хранение и передача единицы молярной доли компонентов в газовых средах осуществляется с помощью Государственного первичного эталона единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154–2016¹ (далее – ГПЭ ГЭТ 154), функционирующего во ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Выпускаемые с помощью эта-

лонной аппаратуры ГПЭ ГЭТ 154 стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением, выполняющие функцию эталонов сравнения согласно [1], имеют наивысшую точность в стране и применяются для передачи единицы молярной доли компонентов вторичным эталонам и рабочим эталонам, которые функционируют на предприятиях, выпускающих стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением (далее – стандартные образцы) для потребителей.

В соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации [4–7] средства измерений, применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, к которым также относятся меры какой-либо физической величины [2, 3], проходят:

- испытания в целях утверждения типа средств измерений и регистрацию типа в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- первичную поверку и периодическую поверку в процессе эксплуатации аккредитованными юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями согласно [8].

На стандартные образцы, которые фактически выполняют роль мер для средств измерений, данные

¹ ГЭТ 154-2016 Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах // Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений [сайт]. URL: <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/12/items/397837>



Рис. 1. Метрологическая прослеживаемость стандартных образцов состава газовых смесей в баллонах под давлением в соответствии с [1]

Fig. 1. Metrological traceability of certified reference gas mixtures in cylinders under pressure in accordance with [1]

требования распространяются частично. В настоящее время все стандартные образцы проходят только процедуру испытаний в целях утверждения типа стандартных образцов и регистрацию типа в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений [4–7]. При выпуске из производства и далее при их применении никаких обязательных процедур аналогичных процедурам поверки мер для стандартных образцов не существует.

С учетом того, что стандартные образцы состава газовых смесей в баллонах под давлением широко применяются для испытаний в целях утверждения типа, калибровки и поверки газоаналитических средств измерений, используемых для контроля взрывопожароопасных газов и паров, вредных компонентов в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны, выбросов транспортных средств и предприятий, контроля технологических процессов, качества углеводородной продукции и т. д., вопрос обеспечения качества серийно выпускаемых стандартных образцов имеет важное значение.

Опыт выпуска стандартных образцов показывает, что наличие метрологической прослеживаемости [1] является недостаточным условием обеспечения качества серийно выпускаемых стандартных образцов. Объясняется это сложным многоэтапным процессом [9] изготовления стандартных образцов состава газовых смесей в баллонах под давлением. Процедура передачи единицы молярной доли компонентов в газовых смесях от ГПЭ ГЭТ 154 осуществляется путем ежегодной поверки газосмесительной и аналитической аппаратуры, входящей в состав вторичных и рабочих эталонов [1], с помощью которых аттестуются стандартные образцы. В то же время данная процедура не охватывает все стадии сложного процесса изготовления стандартных образцов, который внедрен на предприятии-производителе стандартных образцов, и поэтому не может гарантировать качество [9] всех серийно выпускаемых экземпляров стандартных образцов в любой момент их использования в рамках установленных сроков годности.

Критерием соответствия требуемому уровню качества стандартных образцов является соответствие выпускаемых стандартных образцов установленным характеристикам в описании типа стандартного образца [4–7].

В общем случае значение суммарной стандартной неопределенности [10] стандартного образца (u_{CO}) за все время допустимого срока использования стандартного образца ($t_{доп.}$) является функцией многих переменных:

$$u_{CO} = f(u_{атт.}, u_{доп.}), \quad (1)$$

$$u_{атт.} = f(u_{ВЭ, РЭ, ЭС}, u_{изм.}), \quad (2)$$

$$u_{доп.} = f(u_{фс}, u_{хс}, u_{хвз}, u_{р}, u_{пп}), \quad (3)$$

где $u_{атт.}$ – стандартная неопределенность аттестованного значения молярной доли определяемого компонента в стандартном образце; $u_{ВЭ, РЭ, ЭС}$ – стандартная неопределенность передачи единицы молярной доли компонентов в газовых смесях от ГПЭ ГЭТ 154 с помощью эталонов сравнения (ЭС) вторичному эталону (ВЭ) или рабочему эталону (РЭ), на котором аттестуется стандартный образец; $u_{изм.}$ – стандартная неопределенность результатов измерений, полученных при аттестации стандартного образца; $u_{доп.}$ – стандартная неопределенность, обусловленная различными физическими и химическими процессами, происходящими за все время использования стандартного образца; $u_{фс}$ – стандартная неопределенность, обусловленная процессом физической сорбции газов при заполнении баллона; $u_{хс}$ – стандартная неопределенность, обусловленная процессом химической сорбции газов при хранении газовой смеси в баллоне; $u_{хвз}$ – стандартная неопределенность, обусловленная взаимным влиянием газовых компонентов, в т. ч. примесных компонентов с определяемым компонентом в газовой смеси; $u_{р}$ – стандартная неопределенность, обусловленная изменением состава газовой смеси при изменении давления газовой смеси в баллоне в процессе расходования стандартного образца; $u_{пп}$ – стандартная неопределенность, обусловленная наличием примесей, которые являются мешающими компонентами для поверяемого (калибруемого) газоанализатора.

Для соблюдения главного условия возможности использования какого-либо стандартного образца необходимо выполнение условия

$$U_{ti(при\ ti \leq t_{доп.})} \leq U_{уст.}, \quad (4)$$

где $U_{ti(при\ ti \leq t_{доп.})}$ – значение расширенной неопределенности ($k=2$) определяемого компонента в стандартном образце в любой момент использования в рамках установленного срока годности; $U_{уст.}$ – значение расширенной неопределенности ($k=2$) определяемого компонента в стандартном образце, установленное при испытаниях в целях утверждения типа и указанное в описании типа стандартного образца.

Кроме того, необходимо выполнение условия сопоставимости различных экземпляров стандартных образцов, представляющих собой газовые смеси одного вида, одного состава и одного номинального зна-

чения определяемых компонентов, выпускаемые разными предприятиями-производителями стандартных образцов

$$|X_{CO_1} - X_{CO_2}| \leq k \cdot \sqrt{u_{A(CO_1)}^2 + u_{A(CO_2)}^2}, \quad (5)$$

где X_{CO_i} – измеренное значение молярной доли определяемого компонента в i -м стандартном образце, представленном на контроль i -м предприятием-производителем стандартных образцов, $i = 1$ или 2 ; $u_{A(CO_i)}$ – стандартная неопределенность по типу A , полученная при аттестации i -го стандартного образца на вторичном или рабочем эталоне i -го предприятия-производителя стандартного образца, $i = 1$ или 2 ; k – коэффициент охвата, $k = 2$.

Контроль сопоставимости стандартных образцов проводится на высокоточной газоаналитической аппаратуре ГПЭ ГЭТ 154 (значение неопределенности пренебрежимо мало).

В стандартах ИСО ТК 158 «Анализ газов», ТК 193 «Природный газ» для оценки неопределенности $u_{\text{доп}}$ (формула (3)) используются следующие методы:

- верификация гравиметрических газовых смесей;
- оценка качества внутренней поверхности баллона;
- проведение и анализ результатов аттестации стандартных образцов в два-три этапа через значительные промежутки времени;
- контроль состава газовой смеси при снижении давления в баллоне и т. п.

Необходимо отметить, что применение всех этих методов для оценки неопределенности $u_{\text{доп}}$ требует тщательной работы и больших временных затрат. До настоящего времени серийный выпуск стандартных образцов был максимально облегчен с точки зрения минимизации трудоемкости при выпуске стандартных образцов. При этом предполагалось, что учет накопленного опыта в технологии изготовления стандартных образцов обеспечит нужный уровень качества газовой смеси, а именно соответствия выпускаемых стандартных образцов требуемым характеристикам. Поэтому и сам процесс аттестации стандартных образцов был построен как на использовании стандартной газосмесительной и аналитической аппаратуры, входящей в состав вторичных и рабочих эталонов, так и на применении стандартных алгоритмов аттестации. Аттестованному значению молярной доли определяемого компонента в газовой смеси приписывалось значение расширенной неопределенности ($k=2$), установленное при испытаниях в целях утверждения типа и указанное в описании типа стандартного образца.

Анализ путей повышения качества, а также возможности перехода всей отрасли на выпуск стандартных образцов более высокой точности показывает необходимость выполнения следующего комплекса действий.

1. Прохождение обязательной аккредитации всеми предприятиями-производителями стандартных образцов на соответствие требованиям стандартов ГОСТ ISO Guide 34–2014 [11] и ГОСТ ISO Guide 35–2015 [12]. Подготовка и проведение обязательной аккредитации, в последующем – обязательной проверки компетенции – потребует от всех предприятий, выпускающих стандартные образцы, внедрить у себя систему менеджмента качества.

2. Постоянное участие предприятий-производителей стандартных образцов в программах проверки квалификации посредством межлабораторных сравнительных испытаний, в том числе с участием зарубежных предприятий СНГ, а также Европы [13].

3. Актуализация и доработка существующего комплекса стандартов, определяющих требования ко всему жизненному циклу стандартного образца (разработка, испытания в целях утверждения типа, производство, логистическое обеспечение, контроль выпуска и использование стандартного образца) с учетом обязательной оценки неопределенности при проведении аттестации стандартного образца, а также внедрение при разработке нового комплекса стандартов требований стандартов ИСО ТК 158, ТК 193.

4. Внедрение в практику новых требований с учетом актуализированного комплекса стандартов:

- применение баллонов, в том числе специализированных, для различных видов газовых смесей – стандартных образцов;
- применение чистых газов;
- применение газосмесительной и аналитической аппаратуры, входящей в состав вторичных и рабочих эталонов предприятий-производителей стандартных образцов.

5. Обеспечение централизованного выпуска баллонов, в том числе и специализированных, а также чистых газов и веществ.

6. Закрепление (в качестве обязательного требования) использования для одних и тех же видов газовых смесей только именованных баллонов, в частности, и на возвратной основе.

7. Внедрение нового метода аттестации стандартного образца: замена существующего метода приписывания значения расширенной неопределенности аттестованного значения определяемого компонента в газовой смеси, установленного при испытании в целях

утверждения типа стандартного образца [4–7], на метод расчета значения расширенной неопределенности аттестации стандартного образца с использованием коэффициента «технологического запаса».

Рассмотрим предлагаемый новый способ аттестации, основанный на международном подходе и введении нового коэффициента – «технологический запас».

Международный подход к выпуску стандартных образцов имеет принципиальные отличия. В соответствии с ГОСТ ISO Guide 34–2014 [11] и ГОСТ ISO Guide 35–2015 [12], при выпуске стандартных образцов единичными экземплярами каждый выпускаемый стандартный образец проходит процедуру аттестации, включая оценку стандартного отклонения, стабильности и неоднородности. По результатам измерений составляется бюджет неопределенности, который в общем случае включает в себя неопределенность характеристики и неопределенности, обусловленные нестабильностью и неоднородностью стандартного образца. Для примера, в табл. 1 приведены составляющие неопределенности для случая аттестации газовых смесей на газоаналитической аппаратуре рабочего эталона. По результатам аттестации для каждого стандартного образца определяется аттестованное значение молярной доли определяемых компонентов в газовой смеси и рассчитывается значение расширенной неопределенности при коэффициенте охвата $k=2$.

Следует отметить, что указанная в табл. 1 неопределенность характеристики u_1 соответствует неопределенности аттестации $u_{\text{атт}}$, представленной в формуле (2), в то же время неопределенности u_2 , u_3 , u_4

из табл. 1, обусловленные нестабильностью и неоднородностью, только частично учитывают источники неопределенности, представленные для оценки неопределенности $u_{\text{доп}}$ в формуле (3).

Для достоверного учета всех источников неопределенности $u_{\text{доп}}$ и источников неопределенности, вызванных «человеческим фактором», необходимо ввести коэффициент «технологического запаса», обусловленный рядом неучтенных факторов, которые могут возникнуть на многоступенчатом технологическом процессе изготовления стандартного образца.

$$K = f(A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, B_1, B_2, B_3, B_4), \quad (6)$$

где A_i – неучтенные факторы, которые могут возникнуть на каждой ступени многоступенчатого технологического процесса изготовления стандартного образца (подготовка и выбор баллона, чистых газов, заполнение баллона и т. д.); B_i – «человеческий фактор» (компетенция сотрудников, соблюдение всех документированных процедур и т. д.).

Таким образом, предлагается проводить аттестацию стандартных образцов в соответствии с нижеследующим:

- набор статистических данных при проведении измерений, выполняемых при аттестации стандартного образца, должен быть достаточным для оценки всех составляющих неопределенности;
- при аттестации каждого экземпляра стандартного образца рассчитывается значение расширенной неопределенности при коэффициенте охвата $k=2$;
- результат аттестации признается положительным, если рассчитанное значение расширенной неопреде-

Таблица 1. Бюджет неопределенности аттестации стандартных образцов состава газовых смесей на газоаналитической аппаратуре рабочего эталона в соответствии с ГОСТ ISO Guide 35–2015 [12]

Table 1. Uncertainty budget for the certification of reference gas mixtures using the gas analytical equipment of the working measurement standard in accordance with GOST ISO Guide 35–2015 [12]

№	Источники неопределенности	Этап определения
1	u_1 неопределенность характеристики, включающая составляющие:	в процессе аттестации стандартного образца
1.1	– неопределенность аттестованного значения эталона сравнения	указана в паспорте эталона сравнения
1.2	– неопределенность компарирования	в процессе аттестации стандартного образца
2	u_2 неопределенность, обусловленная кратковременной стабильностью	в процессе аттестации стандартного образца
3	u_3 неопределенность, обусловленная долговременной стабильностью	в процессе испытаний в целях утверждения типа стандартного образца
4	u_4 неопределенность, связанная с неоднородностью	в процессе испытаний в целях утверждения типа и аттестации стандартного образца

ленности с учетом коэффициента «технологического запаса» не превышает значение расширенной неопределенности при коэффициенте охвата $k=2$, установленное при испытаниях в целях утверждения типа и указанное в описании типа стандартного образца [4–7].

Условие для проверки результата аттестации стандартного образца с применением коэффициента «технологического запаса»

$$U_{\text{расч.}} \cdot K \leq U_{\text{уст.}}, \quad (7)$$

$$U_{\text{расч.}} = f(u_1, u_2, u_3, u_4), \quad (8)$$

где $U_{\text{расч.}}$ – рассчитанное значение расширенной неопределенности ($k=2$), полученное при аттестации конкретного экземпляра стандартного образца; $U_{\text{уст.}}$ – значение расширенной неопределенности ($k=2$), установленное при испытаниях в целях утверждения типа и указанное в описании типа стандартного образца; K – коэффициент «технологического запаса», установленный для репрезентативных групп газовых смесей.

С учетом того, что вся номенклатура выпускаемых стандартных образцов в количестве 100 тысяч баллонов представляет из себя более 10 тысяч видов газовых смесей, которые характеризуются: различным компонентным составом смеси, различными количественными характеристиками содержания каждого компонента в смеси, допуском на приготовление каждого компонента, значениями расширенной неопределенности содержания каждого компонента в смеси, применение одного коэффициента, характеризующего «технологический запас», по всем видам смесей не возможно.

Поэтому целесообразно выделить из всей совокупности видов газовых смесей несколько десятков репрезентативных групп, сформированных на основе следующих принципов:

- применение однотипных баллонов, вентиляй и другой газовой арматуры;
- применение однотипных методов подготовки баллонов для газовых смесей на основе химически активных газов, инертных, постоянных газов, микроконцентраций определяемых компонентов и т. д.
- применение однотипных универсальных средств приготовления;

– применение однотипной газосмесительной и аналитической аппаратуры, входящей в состав вторичных и рабочих эталонов.

Для каждой репрезентативной группы газовых смесей необходимо будет установить свой коэффициент, характеризующий «технологический запас», который будет применяться в методиках измерений на предприятиях-производителях стандартных образцов состава газовых смесей, а также учитываться при контроле качества стандартных образцов на ГПЭ ГЭТ 154.

Такой подход по объединению ряда газов в репрезентативные группы также обсуждается на уровне Консультативного комитета по количеству вещества Международного Бюро Мер и Весов в рабочей группе по газовому анализу, где ряд газов и изготавливаемых на основе них газовых смесей выделены в одну так называемую «гибкую» группу (flexible gases). Результаты постоянного участия в международных ключевых сличениях по одному газу из «flexible» группы можно распространять на другие газы из этой группы и подтверждать калибровочные и измерительные возможности по всем газам из «flexible» группы.

Таким образом, только комплексный подход к обеспечению качества серийно выпускаемых стандартных образцов, включающий усовершенствование процедуры аттестации выпускаемых стандартных образцов газовых смесей на каждом предприятии, усовершенствование процедуры контроля предприятий со стороны уполномоченных организаций, введение на предприятиях системы менеджмента качества, соответствующей требованиям ГОСТ ISO Guide 34–2014 [11], приведет к повышению компетентности производителей стандартных образцов состава газовых смесей и соответствию применяемых в России стандартных образцов высоким современным требованиям.

Вклад соавторов

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку статьи к публикации.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8.578-2014 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах. М.: Стандартинформ, 2014. 21 с.

REFERENCES

1. GOST 8.578-2014 State system for ensuring the traceability of measurements. State hierarchy scheme for measuring instruments of the content of components in gaseous mediums. Standartinform, Moscow, 2014. (In Russ.).

2. РМГ 29–2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. М.: Стандартиформ, 2014. 60 с.
3. Международный словарь по метрологии: основные и общие понятия и соответствующие термины: пер. с англ. и фр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т метрологии им. Д. И. Менделеева, Белорус. гос. ин-т метрологии. Изд. 2-е, испр. СПб.: НПО «Профессионал», 2010. 81 с.
4. Об аккредитации в национальной системе аккредитации: федер. закон Рос. Федерации от 28 декабря 2013 г. № 412-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 23 дек. 2013 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 25 дек. 2013 г. // Рос. газета. 2013. 31 дек.
5. Об утверждении Административного регламента по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений: приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 25 июня 2013 г. № 970
6. Об утверждении Порядка проведения испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа, Порядка утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений, Порядка выдачи свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений, установления и изменения срока действия указанных свидетельств и интервала между поверками средств измерений, требований к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядка их нанесения: приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 30 ноября 2009 г. № 1081
7. Об утверждении формы свидетельств об утверждении типа стандартных образцов или типа средств измерений: приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 3 февраля 2015 г. № 164
8. Об аккредитации в национальной системе аккредитации: федер. закон Рос. Федерации от 28 декабря 2013 г. № 412-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 23 дек. 2013 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 25 дек. 2013 г. // Рос. газета. 2013. 31 дек.
9. Колобова А. В. Исследование и разработка методов метрологического контроля промышленно выпускаемых стандартных образцов состава газовых смесей: дис. канд. техн. наук. СПб.: ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 2008. 120 с.
10. ГОСТ 34100.3–2017 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. М.: Стандартиформ, 2018. 114 с.
11. ГОСТ ISO Guide 34–2014 Общие требования к компетентности изготовителей стандартных образцов. М.: Стандартиформ, 2015. 40 с.
2. RMG 29–2013 State system for ensuring the uniformity of measurements. Metrology. Basic terms and definitions. Standartinform, Moscow, 2014. (In Russ.).
3. VNIIM, BelGIM (eds) (2010) International Dictionary of Metrology: basic and general concepts and related terms. NGO «Professional» Publ., St. Petersburg, 2010, 81 p. (In Russ.).
4. Federal law «On ensuring the uniformity of measurements» No FZ-102 of 26.06.2008. http://fundmetrology.ru/depository/01_npa/102-fz_2015.pdf. (In Russ.).
5. Decree of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation No 970 of 25.06.2013 «On approval of the Administrative Regulations on the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology providing state services for the type approval of reference materials or measuring instruments», Moscow. http://www.fundmetrology.ru/depository/01_npa/pm1081_30112009.pdf. (In Russ.).
6. Decree of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation No 1081 of 30.11.2009 «On approval of the procedure for testing reference materials or measuring instruments for the purposes of type approval; the procedure for type approval of reference materials or measuring instruments; the procedure for issuing certificates of reference material or measuring instrument type approval, establishing and changing the validity periods of the above-mentioned certificates and the interval between verifications of measuring instruments, requirements for type approval marks of reference materials or measuring instruments and marking procedure», Moscow. <https://rg.ru/2018/11/09/minpromtorg-prikaz3249-site-dok.html>. (In Russ.).
7. Decree of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation No 164 of 03.02.2015 «On approval of the form of type-approval certificates of reference materials or measuring instruments», Moscow. <http://base.garant.ru/70981308>. (In Russ.).
8. Federal law «On accreditation in national accreditation system» No. 412-FZ of 28.12.2013, Moscow. <http://http://rg.ru/2013/12/31/akkreditacia-dok.html>. (In Russ.).
9. Kolobova A. V. Research and development of methods for metrological control of industrially produced reference materials for the composition of gas mixtures. Dissertation, D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM), St. Petersburg, 2008. (In Russ.).
10. GOST ISO Guide 34100.3–2017 Uncertainty of measurement. Part 3. Guide to the expression of uncertainty in measurement. Standartinform, Moscow, 2017. (In Russ.).
11. GOST ISO Guide 34–2014 General requirements for the competence of reference material producers. Standartinform, Moscow, 2015. (In Russ.).

12. ГОСТ ISO Guide 35–2015 Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации). М.: Стандартиформ, 2016. 61 с.
13. ГОСТ ISO/IEC 17043–2013 Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации. М.: Стандартиформ, 2014. 39 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Конопелько Леонид Алексеевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».
Российская Федерация, г. Санкт-Петербург,
Московский пр., д. 19
e-mail: fhi@b10.vniim.ru

Колобова Анна Викторовна – канд. тех. наук, заместитель руководителя научно-исследовательского отдела государственных эталонов в области физико-химических измерений ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».
Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
e-mail: akol@b10.vniim.ru

Фатина Ольга Владимировна – ведущий инженер ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
Россия, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
e-mail: fatina@b10.vniim.ru

12. GOST ISO Guide 35–2015 Reference materials. General and statistical principles for certification. Standartinform, Moscow, 2016. (In Russ.).
13. GOST ISO/IEC 17043–2013 Conformity assessment. General requirements for proficiency testing. Standartinform, Moscow, 2014. (In Russ.).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Leonid A. Konopelko – D. Sc. (Engineering), Professor, Principal Researcher D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM).
19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: fhi@b10.vniim.ru

Anna V. Kolobova – Ph. D. (Engineering), Deputy Head of the Research Department of State Standards in the field of Physical and Chemical Measurements D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM).
19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: akol@b10.vniim.ru

Olga V. Fatina – Lead Engineer D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM).
19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: fatina@b10.vniim.ru