

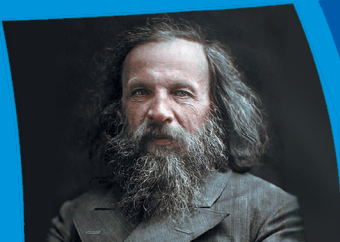
ISSN 2687-0886

ЭТАЛОНЫ СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ

Том
Vol. **16**

№ **3**

2020



**Measurement standards
Reference materials**



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ЭЛЕКТРОПРИБОР

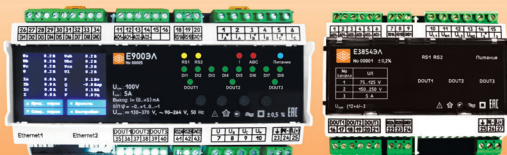
Сделано в
России

**Поддержка протоколов цифровой подстанции
МЭК 61850-8-1 (MMS), МЭК 61850-9-2 (SV)**



ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

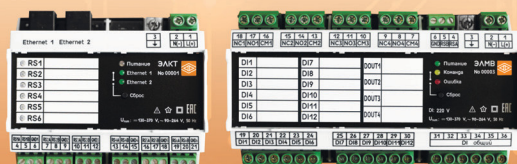
- ▶ Измерение электрических параметров сети
- ▶ Контроль ПКЭ по классу А (ГОСТ 30804.4.30-2013)
- ▶ Коммерческий учет электроэнергии по классу 1 (ГОСТ 31819.23-2012); 0,2S (ГОСТ 31819.22-2012)



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ



- ▶ Многофункциональные
- ▶ Переменного тока и напряжения
- ▶ Постоянного тока и напряжения
- ▶ Активной и реактивной мощности
- ▶ Частоты переменного тока



**Поддержка протокола
цифровой подстанции
МЭК 61850-8-1 (MMS)**

КОНТРОЛЛЕР ТЕЛЕМЕХАНИКИ, МОДУЛЬ ДИСКРЕТНОГО ВВОДА-ВЫВОДА

428020, Россия, Чувашская Республика,
г. Чебоксары, проспект И. Яковлева, д. 3

Тел.: (8352) 39-99-18

E-mail: marketing@elpribor.ru

www.elpribor.ru

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научно-методические подходы концепции

Михеева А. Ю., Крылов А. И. **5**

ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ В ОРГАНИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ.
Часть 1: Эквивалентность национальных и международных эталонов

Эталон

Колобова А. В., Конопелько Л. А., **23**
Попов О. Г.

Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019

Стандартные образцы

Сергеева А. С., Парфенова Е. Г., **37**
Голынец О. С.

Разработка первичной референтной методики измерений и стандартных образцов массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе

Медведевских М. Ю., Сергеева А. С., **53**
Студенок В. В.

О разработке метрологического обеспечения измерений содержания микробной трансглутаминазы в пищевых продуктах

ИНФОРМАЦИЯ. НОВОСТИ. СОБЫТИЯ

Пронин А. Н., Литвинов Б. Я., **63**
Окрепилов М. В., Слаев В. А.

Метрологическое образование в России: итоги и перспективы

Вопросы ведения государственного реестра утвержденных типов стандартных образцов

Агишева С. Т. **71**

Сведения о новых типах стандартных образцов

Агишева С. Т. **96**

Сведения о стандартных образцах утвержденных типов, срок действия свидетельств которых продлен

Агишева С. Т. **98**

Сведения о стандартных образцах утвержденных типов, срок действия утвержденных типов которых продлен

Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ № ФС 77-78423 от 29.05.2020 г.
ISSN 2687-0886

УЧРЕДИТЕЛЬ: ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д. И. Менделеева», 190005, г. Санкт-Петербург, проспект Московский, 19.

РЕДАКЦИЯ И ИЗДАТЕЛЬ: УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4. Телефон, факс: +7 (343) 350-72-42, 350-60-68.
e-mail: uniim@uniim.ru. www.rmjjournal.ru

ТИПОГРАФИЯ:
000 Издательство и типография «Альфа Принт»
620049, Свердловская область, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2
Тел: (343) 222-00-34

Журнал издается с 2005 года, до 2020 г. журнал издавался под названием «Стандартные образцы».
Периодичность издания – 4 раза в год.
Подписной индекс в каталоге агентств «Пресса России» – 10263.

Журнал входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов ВАК.

Все права на наименование, авторские права на публикацию защищены.

За достоверность информации, опубликованной в статьях и рекламных материалах, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации, ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.

Перепечатка материалов полностью или частично, предпринимаемая в образовательных или исследовательских целях, возможна только со ссылкой на выходные данные журнала с обязательным указанием правообладателя и имен авторов статей. Материалы журнала доступны по лицензии Creative Commons "Attribution" («Атрибуция») 4.0 Всемирная

Подписано в печать 30.09.2020.
Дата выхода в свет 25.12.2020.
Формат 80×108/16. Печать офсетная.
Бумага ВХИ. Усл. печ. л. 96.
Тираж 300 экз. Заказ № 13174.

© «Эталон. Стандартные образцы», 2020

ORIGINAL PAPERS

Scientific and Methodological Approaches, Concepts

Mikheeva A. Yu., Krylov A. I. **5**

TRACEABILITY IN ORGANIC ANALYSIS.

Report 1: Equivalence of the national and international measurement standards

Measurement Standards

Kolobova A. V., Konopelko L. A.,
Popov O. G. **23**

State primary standard of units of molar part, mass part and mass concentration of components in gas and gas condensate environs GET 154-2019

Reference Materials

Sergeeva A. S., Parfenova E. G.,
Golynets O. S. **37**

Development of primary reference measurement procedure and reference materials for mass fraction of crude fat (oil content) in oilseeds and other products on their base

Medvedevskikh M. Yu., Sergeeva A. S.,
Studenok V. V., Petukhov P. A. **53**

Development of metrological assurance of measurement of microbial transglutaminase content in nutritive products

INFO. NEWS. EVENTS

Pronin A. N., Litvinov B. Ya.,
Okrepilov M. V., Slaev V. A. **63**

Metrological education in the Russian federation: progress and prospects

Aspects of Maintaining the State Register of Type Approved Reference Materials

Agisheva S. T. **71**

Data on new Reference Materials Approved in 2020

Agisheva S. T. **96**

Data on reference materials of approved type the period of validity of which has been extended

Agisheva S. T. **98**

The data on the certified type reference materials which validation period was extended

Mass media registration certificate – PI No FS 77-78423 of 29 May 2020
ISSN 2687-0886

FOUNDER:

D. I. Mendeleyev Institute for Metrology,
19 Moskovsky pr., St. Petersburg, 190005, Russian Federation

EDITORIAL OFFICE & PUBLISHER

UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology,
4 Krasnoarmeyskaya St., Ekaterinburg, 620075, Russian Federation.
Telephone, fax: +7 (343) 350-72-42, 350-60-68
e-mail: uniim@uniim.ru. www.rmjournal.ru

PRINTING HOUSE:

ООО Universal'naja Tipografija «Al'fa Print»
620049, Sverdlovskaja oblast', Ekaterinburg, Avtomatiki ave., 2

The journal has been published since 2005, until 2020 the journal was published under the name «Reference materials».

The frequency of publication is 4 times a year.

Subscription index in the Press of Russia directory of agencies – 10263.

Journal materials are licensed under Creative Commons "Attribution" 4.0 Worldwide.

Subscription index in catalogue of agencies

"Pressa Rossii" – 10263.

Signed for printing: 30.09.2020.

Date of publication: 25.12.2020.

Sheet size 80x108 1/16. Offset printing.

Royal paper. Conventional printed sheets 9,6.

Number of copies 300. Order No 13174.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Медведевских Сергей Викторович

канд. техн. наук, директор УНИИМ – филиал
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологии им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Окрепилов Михаил Владимирович

д-р техн. наук, доцент, заместитель генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Собина Егор Павлович

канд. хим. наук, заместитель директора
УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

Кремлева Ольга Николаевна

и. о. заведующего отделом УНИИМ – филиал
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Когновицкая Елена Андреевна

канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕКРЕТАРЬ

Тараева Наталия Сергеевна

старший инженер УНИИМ – филиал
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

КОРРЕКТОР

Бортникова А. В.

ВЕРСТКА, ЦВЕТОКОРРЕКЦИЯ

Таскаев В. В.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Катков А. С.,

д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, РФ

Конопелько Л. А.,

д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, РФ

Крылов А. И.,

д-р хим. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, РФ

Кулев Д. Х.,

д-р техн. наук, ГНУ ФГБНУ «ВНИИПД» Россельхозакадемии,
г. Санкт-Петербург, РФ

Кусельман И. И.,

д-р техн. наук, независимый консультант в области метрологии,
Израиль

Литвинов Б. Я.,

д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, РФ

Осинцева Е. В.,

канд. хим. наук, ООО «Югра-ПГС»,
г. Сургут, РФ

Потапов А. И.,

д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный
университет»,
г. Санкт-Петербург, РФ

Походун А. И.,

д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, РФ

Слаев В. А.,

д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, РФ

Степановских В. В.,

канд. техн. наук, ЗАО «Института стандартных образцов»,
г. Екатеринбург, РФ

Сясько В. А.,

д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный
университет»,
г. Санкт-Петербург, РФ

Чуновкина А. Г.,

д-р техн. наук, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, РФ



CHIEF EDITOR

Sergei V. Medvedevskikh

PhD (Eng.), Director of UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology, Ekaterinburg, Russian Federation

DEPUTY CHIEF EDITOR

Mikhail V. Okrepilov

D. Sc. (Eng.), associate professor, deputy general director of D. I. Mendeleev Institute for Metrology, Saint Petersburg, Russian Federation

EDITORIAL TEAM

Egor P. Sobina

PhD (Chem.), deputy director of UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev, Ekaterinburg, Russian Federation

Olga N. Kremleva

Department head of UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology, Ekaterinburg, Russian Federation

EXECUTIVE SECRETARY

Elena A. Kognovitskaya

PhD. (Phys.-Math.), Senior Researcher D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russian Federation

TECHNICAL SECRETARY

Natalia S. Taraeva

Engineer of UNIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology, Ekaterinburg, Russian Federation

PROOF-READER

Alena V. Bortnikova

LAYOUT, COLOUR CORRECTION

Vladislav V. Taskaev

EDITORIAL BOARD

Anna G. Chunovkina,

D. Sc. (Eng.), D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russian Federation

Aleksandr S. Katkov,

D. Sc. (Eng.), D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russian Federation

Leonid A. Konopelko,

D. Sc. (Eng.), D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russian Federation

Anatoliy I. Krylov,

D. Sc. (Chem.), D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russian Federation

Dmitriy Kh. Kulev,

D. Sc. (Eng.), All-Russia Research Institute for Food Additives, the Russian Academy of Agricultural Sciences, Saint Petersburg, Russian Federation

Ilya Kuselman,

D. Sc. (Eng.), Independent Consultant on Metrology, Israel

Boris Ya. Litvinov,

D. Sc. (Eng.), D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russian Federation

Elena V. Osintseva,

PhD (Chem.), Yugra-PGS, Surgut, Russian Federation

Anatoliy I. Pokhodun,

D. Sc. (Eng.), D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russian Federation

Anatoliy I. Potapov,

D. Sc. (Eng.), Saint-Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russian Federation

Valeriy A. Slayev,

D. Sc. (Eng.), D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russian Federation

Valeriy V. Stepanovskikh,

PhD (Eng.), Institute for Reference Materials, Ekaterinburg, Russian Federation

Vladimir A. Syasko,

D. Sc. (Eng.), Saint-Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russian Federation

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ / ORIGINAL PAPERS

■ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ, КОНЦЕПЦИИ / SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES, CONCEPTS

DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-5-21
УДК 620.11:006.91:53.089.68

ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ В ОРГАНИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ.

Часть 1: Эквивалентность национальных и международных эталонов

© А. Ю. Михеева, А. И. Крылов

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: a.mikheva@vniim.ru
ResearcherID B-6506-2019

Поступила в редакцию – 10 июня 2020 г., после доработки – 28 сентября 2020 г.
Принята к публикации – 30 сентября 2020 г.

В статье рассмотрены вопросы функционирования Международного бюро мер и весов (МБМВ) и соответствующего комитета – Консультативного комитета по количеству вещества (КККВ), координирующего работы по сличениям национальных эталонов в области органического анализа. Описаны структура и задачи КККВ, приведены измерительные категории по количеству вещества. Изложены основные аспекты работы Рабочей группы по органическому анализу (РГОА), детально освещены вопросы систематизации и разделения сличений в области органического анализа, а также различные подходы к формированию областей компетенции на основе ключевых сличений. Подчеркнуто фундаментальное значение чистых органических веществ в обеспечении метрологической прослеживаемости в органическом анализе. Определена ключевая роль Государственного первичного эталона ГЭТ 208 в части подтверждения эквивалентности калибровочных и измерительных возможностей (КИВ) России на международном уровне.

Ключевые слова: стандартный образец, сличения, сличения национальных эталонов, органический анализ, метрологическая прослеживаемость, международная эквивалентность эталонов, эталон, калибровка, измерения

Ссылка при цитировании:

Михеева А. Ю., Крылов А. И. Прослеживаемость в органическом анализе. Ч. 1: Эквивалентность национальных и международных эталонов // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16. № 3. С. 5–21. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-5-21.

For citation:

Mikheeva A. Yu., Krylov A. I. Traceability in organic analysis. Report 1: Equivalence of the national and international measurement standards. Measurement standards. Reference materials. 2020;16(3): 5–21. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-23-5-21 (In Russ.).

TRACEABILITY IN ORGANIC ANALYSIS.

Report 1: Equivalence of the national and international measurement standards

Alena Yu. Mikheeva, Anatoliy I. Krylov

D.I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russia
Researcher ID B-6506–2019, e-mail: a.mikheeva@vniim.ru

Received – 10 June, 2020. Revised – 28 September, 2020.

Accepted for publication – 30 September, 2020.

The issues of the functioning of the BIPM and the corresponding committee – CCQM, coordinating the work on the comparisons of national standards in the field of organic analysis have considered in this article. The structure and tasks of the CCQM have described and the measurement categories for the amount of substance have given. The main aspects of the OAWG activities have discussed and the issues of systematization and separation of comparisons in the field of organic analysis have discussed in detail and various approaches to the development of competence areas based on key comparisons have set out. The fundamental importance of pure organic substances in providing metrological traceability in organic analysis has highlighted. The key role of the State Primary Standard GET 208 in terms of confirming the equivalence of the calibration and measurement capabilities (CMC) of Russia at the international level has been determined.

Key words: reference material, comparison, national standards comparison, organic analysis, metrological traceability, international standard equivalency, standard, calibration, measurements

Используемые сокращения:

CIPM MRA – Договоренность о взаимном признании национальных эталонов, сертификатов калибровки и результатов измерений Национальных метрологических институтов
БДКС – базы данных ключевых сличений международных и национальных эталонов
МБМВ – Международное бюро мер и весов
МКМВ – Международный комитет мер и весов
МПИОВ – модель пространства измерений органических веществ
КИВ – калибровочные и измерительные возможности
КККВ – Консультативный Комитет по количеству вещества
НМИ – Национальные метрологические институты
РГОА – Рабочая группа в области органического анализа
СИ – Международная система единиц

Abbreviations used in the article:

CIPM MRA – Comité International des Poids et Mesures Mutual Recognition Arrangement
KCDB – Key Comparison Database
BIPM – Bureau International des Poids et Mesures
CIPM – International Committee for Weights and Measures
MOSMA – Model of organic substance measurement area
CMCs – Calibration and Measurement Capabilities
CCQM – Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology
NMI – National Metrological Institutes
OAWG – Organic Analysis Working Group
SI – Système International d'Unités

Введение

Данная статья – первая из трех последовательных и взаимосвязанных публикаций, которые задуманы авторами с целью изложить идеологию и общие принципы формирования метрологической прослеживаемости в области органического анализа; показать специфику организации сличений в данной области измерений;

описать существующий рабочий алгоритм реализации прослеживаемости и передачи единиц величин в органическом анализе.

В первой публикации рассмотрены вопросы функционирования МБМВ и соответствующего комитета – КККВ, координирующего метрологические работы для демонстрации международной эквивалентности

национальных эталонов в области органического анализа.

Вторая публикация будет посвящена истории создания, компетенции и текущим калибровочным и измерительным возможностям российского государственного первичного эталона в области органического анализа—ГЭТ 208, который обеспечивает выполнение обязательств России, как подписанта международных соглашений, и предоставляет метрологический сервис на территории РФ.

В третьей публикации авторы предполагают обсудить назначение и области применения ГЭТ 208 в рамках системы передачи единиц величин, а также принципы и механизмы формирования метрологических цепочек прослеживаемости к ГЭТ 208 и/или соответствующим эталонам других стран-участников соглашения CIPM MRA.

Таким образом, в цикле публикаций будут освещены основные аспекты обеспечения метрологической прослеживаемости в области органического анализа на международном уровне, описаны сферы компетенции государственного первичного эталона ГЭТ 208, а также рассмотрены практические подходы и рабочие алгоритмы реализации метрологической прослеживаемости в органическом анализе.

Теоретическая часть

В 1875 г. в Париже была подписана Метрическая конвенция [1], участниками которой стали 17 ведущих стран мира, в том числе Россия. В настоящее время к Конвенции присоединились 62 государства и 40 ассоциированных членов [2]. Конвенция предписывала создание на постоянной основе органа, который будет координировать и согласовывать действия для распространения и применения метрической системы. Таким органом стало Международное бюро мер и весов—МБМВ, в структуре которого функционирует Международный комитет мер и весов—МКМВ. Роль МКМВ заключается в формировании и поддержании единой, целостной системы измерений во всем мире, прослеживаемой к Международной системе единиц [3, 4]. Международная система единиц (СИ) принята в 1960 г. [5, 6] и в настоящее время признана наилучшей и наиболее широко используемой системой единиц, рекомендованной к применению международными документами.

В 1999 г. под эгидой МБМВ было подписано еще одно основополагающее соглашение—«Договоренность о взаимном признании национальных эталонов, сертификатов калибровки и результатов измерений

Национальных Метрологических Институтов»—CIPM MRA (Comité International des Poids et Mesures Mutual Recognition Arrangement) [7]. Суть и назначение данного документа отражены в его названии, это—демонстрация сопоставимости национальных эталонов и взаимное признание результатов измерений, что имело и имеет бесспорное научное значение и очевидную практическую значимость (сокращение технических барьеров в торговле и т. д.). Соглашение CIPM MRA подписали 36 стран-членов Метрической Конвенции, в настоящий момент подписантами являются 106 Национальных метрологических институтов (НМИ) из 62 стран, 40 ассоциированных членов, 4 международные организации, а также 152 института, уполномоченных органами власти стран-подписантов [8]. Все участники соглашения приняли на себя обязательство поддерживать процесс создания базы данных ключевых сличений международных и национальных эталонов (БДКС, Key Comparison Database—KCDB [9]) и соответствующих калибровочных и измерительных возможностей (КИВ, Calibration and Measurement Capabilities—CMCs).

Для реализации достигнутых договоренностей и обеспечения функционирования системы подтверждения эквивалентности эталонов МКМВ действуют десять консультативных комитетов, координирующих метрологические работы в определенных областях измерений (см. табл. 1).

В рамках данной публикации интерес представляет КККВ, функции которого предполагают разработку, улучшение и документирование эквивалентности национальных эталонов (сертифицированных референтных/эталонных материалов и референтных/эталонных методов) для измерений в области химии и биологии. Всего в составе КККВ работают представители 56 национальных метрологических институтов разных стран [11].

Основные цели КККВ на ближайшую и среднюю перспективу сформулированы в стратегическом документе КККВ следующим образом [12].

1. Совершенствование технологий химических и биологических измерений, содействие созданию всемирно признанной системы национальных стандартов, методов и средств измерений в химии и биологии, предоставление площадки для обмена информацией и результатами исследований для членов КККВ и наблюдателей, создание новых возможностей для сотрудничества.

2. Содействие диалогу между НМИ и другими заинтересованными сторонами с целью определения новых возможностей для метрологии в химии и биологии.

Table 1. BIPM Consultative Committees

Сокращенное название	Полное название комитета	Дата образования
CCEM ККЭМ	Consultative Committee for Electricity and Magnetism Консультативный Комитет по Электричеству и Магнетизму	1927
CCPR ККФР	Consultative Committee for Photometry and Radiometry Консультативный Комитет по Фотометрии и Радиометрии	1933
CCT ККТ	Consultative Committee for Thermometry Консультативный Комитет по Термометрии	1937
CCL ККД	Consultative Committee for Length Консультативный Комитет по Длине	1952
CCTF ККВЧ	Consultative Committee for Time and Frequency Консультативный Комитет по Времени и Частоте	1956
CCRI ККИР	Consultative Committee for Ionizing Radiation Консультативный Комитет по Ионизирующей Радиации	1958
CCU ККЕ	Consultative Committee for Units Консультативный Комитет по Единицам	1964
CCM ККМ	Consultative Committee for Mass and Related Quantities Консультативный Комитет по Массе и смежным количествам	1980
CCQM КККВ	Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology Консультативный Комитет по Количеству Вещества: Метрология в Химии и Биологии	1993
CCAUV ККАУВ	Consultative Committee for Acoustics, Ultrasound and Vibration Консультативный Комитет по Акустике, Ультразвуку и Вибрации	1998

3. Демонстрация международной сопоставимости результатов химических и биологических измерений (посредством прослеживаемости до СИ и, когда прослеживаемость до СИ не осуществима – к другим, согласованным на международном уровне артефактам [13, 14]); внедрение и поддержание MRA CIPM в отношении химических и биологических измерений; рассмотрение и консультирование по вопросам калибровочных и измерительных возможностей.

КККВ объединяет в своем составе десять постоянных рабочих групп, сформированных по направлениям измерений, и две специальные рабочие группы, которые собираются периодически для решения административных и организационных задач (см. табл. 2).

Рабочие группы по аналитическим направлениям являются площадками для обсуждения насущных вопросов и согласования соответствующих решений КККВ, а также инструментами, с помощью которых планируются, организуются и выполняются сличения международных и национальных эталонов. Заметим, что за рубежом в области органического анализа не используют понятие «эталон», принятое в нашей стране, аналогичные задачи решают аналитические отделы НМИ или номинированные государством компетентные лаборатории.

Результаты участия НМИ в ключевых сличениях документируются и фиксируются в БДКС в виде калибровочных и измерительных возможностей страны. Доступ к информационным ресурсам БДКС является открытым и свободным.

На рис. 1 показано, как общее количество опубликованных КИВ в области химии и биологии изменилось за период 2000–2018 гг.

Система организации БДКС и поиска КИВ постоянно совершенствуется, чтобы сделать ее максимально технологичной и удобной для конечного пользователя – потребителя метрологических услуг. КИВ систематизированы и разделены на 15 измерительных категорий (см. табл. 3), внутри которых поиск может быть выполнен по другим индикаторным характеристикам, например, таким как наименование величины, страна, количественный диапазон, неопределенность измерений.

Таким образом, создана и успешно функционирует открытая, прозрачная и всеобъемлющая система, предоставляющая пользователям надежную количественную информацию о национальных эталонах и метрологических услугах.

Как было сказано выше, ККВ объединяет в своем составе 12 рабочих групп, одной из которых является Рабочая группа в области органического анализа – РГОА.

Таблица 2. Рабочие группы КККВ [15]

Table 2. CCQM Working Groups

Сокращенное название	Полное название	Дата образования
OAWG (РГОА)	Organic Analysis Working Group (Рабочая группа по органическому анализу)	1997
GAWG (РГГА)	Gas Analysis Working Group (Рабочая группа в области газового анализа)	1997
IAWG (РГНА)	Inorganic Analysis Working Group (Рабочая группа по неорганическому анализу)	1997
EAWG (РГЭА)	Electrochemical and Classical Analysis Methods Working Group (Рабочая группа по электрохимическому анализу и классическим методам)	1998
KCWG (РГКС)	Key Comparison and CMC quality Working Group (Рабочая группа по ключевым сличениям)	2000
SAWG (РГПА)	Surface Analysis Working Group (Рабочая группа по анализу поверхности)	2004
	Ad hoc Working Group on the Mole (Специальная рабочая группа по переопределению Моля)	2007
SPWG (РГСП)	Strategic Planning Working Group (Рабочая группа по стратегическому планированию)	2012
NAWG (РГНА)	Nucleic Acid Analysis Working Group (Рабочая группа по анализу нуклеиновых кислот)	2015
PAWG (РГПА)	Protein Analysis Working Group (Рабочая группа по анализу протеинов)	2015
CAWG (РГКА)	Cell Analysis Working Group (Рабочая группа по анализу клеток)	2015
	Ad hoc WG on KCDB2.0 (Специальная рабочая группа по работе с Базой Данных)	2016

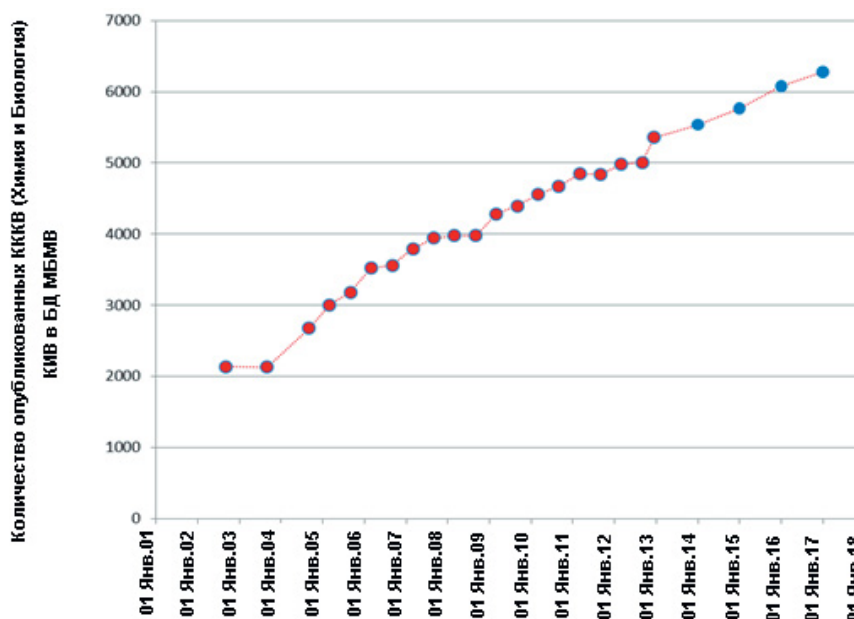


Рис. 1. Общее количество КИВ (химия и биология) в БДКС [12]

Fig. 1. Total CMCs (Chemistry and Biology) in the KCDB

Таблица 3. Измерительные категории (химия и биология) [16]
 Table 3. List of amount of substance categories (Chemistry and Biology)

Категории		Подкатегории		Категории		Подкатегории			
1	Чистые вещества	1.1	Неорганические соединения	10	Биологические жидкости и материалы	10.1	Сыворотка/плазма крови		
		1.2	Органические соединения			10.2	Моча		
		1.3	Металлы			10.3.	Волосы		
		1.4	Изотопы			10.4	Ткани		
		1.5	Прочее			10.5	Кости		
2	Неорганические растворы	2.1	Элементные			11	Продукты питания	10.6	Ботанические материалы
		2.2	Анионные					10.7	Прочие
		2.3	Прочие	11.1	Составляющие пищи (нутриенты)				
3	Органические растворы	3.1	ПАУ	12	Топливо	11.2.	Загрязнители		
		3.2	ПХБ			11.3	ГМО		
		3.3	Пестициды			11.4	Прочие		
		3.4	Прочее			12.1	Уголь и кокс		
4	Газы	4.1	Чистые	13	Осадки, почвы, руды	12.2	Нефтепродукты		
		4.2	Окружающей среды			12.3	Биомасса		
		4.3	Топливо			12.4	Прочие		
		4.4	Судебно-медицинские			13.1.	Осадки		
		4.5	Медицинские			13.2	Почвы		
		4.6	Прочие			13.3	Руды		
5	Вода	5.1	Питьевая	14	Другие материалы	13.4	Частица		
		5.2	Сточная			13.5	Прочие		
		5.3	Морская			14.1	Цементы		
		5.4	Прочие			14.2	Краски		
6	pH			15	Поверхности, пленки, искусственные наноматериалы	14.3	Ткани		
7	Электролитическая проводимость					14.4	Стекло		
8	Металлы и сплавы	8.1	Черные металлы			14.5	Тонкие пленки		
		8.2	Цветные металлы			14.6	Покрытия		
		8.3	Благородные металлы			14.7	Изоляторы		
		8.4	Прочие			14.8	Резина		
9	Современные материалы	9.1	Полупроводники			14.9	Клеи		
		9.2	Сверхпроводники			14.10	Прочие		
		9.3	Полимеры и пластмассы			15.1	Неорганические		
		9.4	Керамика			15.2	Органические		
		9.5	Прочее			15.3	Биоматериалы		
						15.4	Прочие		

Согласно договоренностям внутри КККВ, сфера деятельности РГОА охватывает все органические соединения, за исключением веществ, являющихся газами в нормальных условиях (которые составляют предмет исследований РГГА), металлоорганических соединений (объекты исследований РГНА) и больших биомолекул (область деятельности РГПА) [12].

Основные задачи РГОА определены следующим образом: 1) организация и координирование сличений с целью формирования и поддержания измерительных и калибровочных возможностей НМИ; 2) критическая оценка и сравнительный анализ возможностей НМИ в части выполнения высокоточных измерений органических компонентов; 3) исследование метрологической эквивалентности КИВ НМИ в органическом анализе [12].

Инструментом решения перечисленных задач являются международные сличения национальных эталонов. РГОА организует и координирует сличения в двух одинаково важных направлениях физико-химических измерений: 1) первичная калибровка (градуировка) аналитического оборудования (определение чистоты органических компонентов и измерение содержания органических компонентов в стандартных растворах и 2) контроль точности результатов измерений (определение органических компонентов в матричных материалах).

В табл. 4 приведены обобщенные данные о распределении КИВ по категориям в порядке уменьшения их доли в общем количестве КИВ в области органического анализа. Хорошо видно, что калибраторы (чистые органические вещества и растворы чистых веществ) составляют более половины КИВ, что подтверждает их фундаментальное значение для формирования метрологической прослеживаемости в органическом анализе.

Исторически РГОА планировала сличения для поддержания конкретных видов метрологических услуг, предоставляемых НМИ—членами группы. В этом случае

связь между ключевыми сличениями и КИВ была прямой—«вещество—в-вещество-матрица—в-матрицу», границы применения каждого сличения были определены четко и достаточно узко, например, «участвующие НМИ могут измерять п, п-ДДЕ в матрице на масляной основе...» (сличения ССQM-K5) [17, с. 5], «лаборатории-участники подтвердили способность обеспечивать эталонные измерения 4,4'-ДДЕ, 4,4'-ДДТ, линдана и транс-наохлаора в растворах при содержании, превышающем 30 нг/г» (сличения ССQM-K39) [17, с. 5].

Около 10 лет назад стало очевидно, что такой дизайн работ приводит к увеличению количества сличений (в соответствии с расширением метрологического сервиса НМИ) и, как следствие, к сокращению участия НМИ в сличениях по причине ограниченности ресурсов и последующим проблемам с установлением референтного значения сличений (Key Comparison Reference Value—KCRV) из-за недостатка представленных результатов измерений. Сложившаяся ситуация требовала, во-первых, разработки системного подхода к планированию сличений и, во-вторых, комплексного и действенного решения в части установления границ применения каждого выполненного сличения.

Первая задача была решена посредством систематизации сличений в органическом анализе, что предполагает характеризацию всех сличений с помощью нескольких ключевых признаков.

В целом все сличения, проводимые под эгидой МБМВ, могут иметь статус ключевых (Key Comparison—KC) или пилотных (Pilot Comparison—PC). По результатам ключевых сличений формируется база данных КИВ. После финализации KC Отчет о сличениях, содержащий полную информацию об участниках и методах, аналитические и метрологические данные, результаты измерений и неопределенности измерений доступен на сайте МБМВ и в виде публикации в журнале

Таблица 4. Различные категории КИВ (органический анализ) [9]

Table 4. CMCs in different categories (Organic Analysis)

Категория	Наименование категории	Доля КИВ, %
03	Растворы	30
01	Чистые вещества	29
13	Абиотические матрицы (почвы, донные отложения)	19
10	Биологические матрицы (плазма, сыворотка крови)	12
11	Пищевые матрицы	8
05	Вода	1
09	Современные материалы	1
12	Топливо	менее 1
14	Прочее	менее 1

Метрология (Metrologia). Пилотные сличения организуются в тех областях измерений, где необходимо исследование новых аналитических методов или требуется развитие метрологической инфраструктуры, а также для содействия сотрудничеству с другими экспертными лабораториями за пределами CIPM MRA. В 2015 г. КККВ установил принципы участия гостевых лабораторий в экспериментальных исследованиях, что позволяет официально участвовать в деятельности РГОА и пилотных сличениях организациям, которые являются международно признанными экспертными лабораториями или могут быть в будущем номинированы со стороны государства. Результаты пилотных сличений являются конфиденциальными.

В органическом анализе ключевые и пилотные сличения смогут быть отнесены к частям: А, В, С или D (см. табл. 5). Этот первый уровень систематизации определяет назначение сличений, их периодичность и обязательность участия НМИ [19].

В свою очередь, сличения в частях А и С систематизированы относительно трех базовых показателей: тип аналита, тип матрицы, диапазон (уровень) содержания аналита(ов).

Тип аналита

РГОА разделила чистые органические вещества на группы по их базовым физико-химическим свойствам и, таким образом, создала модель пространства

Таблица 5. Классификация сличений. Части А, В, С, D [20–30]

Table 5. Comparisons classification. Tracks A, B, C, D.

Тип	Назначение	Комментарии	Примеры
Часть А	Демонстрация базовых компетенций и возможностей для предоставления метрологического сервиса в органическом анализе — Услуги первичной калибровки (чистые вещества и стандартные растворы) — Услуги контроля точности (матричные материалы)	Универсальные модельные системы, пригодные для демонстрации различных типов компетенций Участие — обязательно для всех НМИ, имеющих соответствующие КИВ Периодичность — 1 раз в год для каждой услуги	ССQM-K55.с «Чистота вещества. L-Валин» ССQM-K131 «ПАУ в ацетонитриле» ССQM-K102 «ПБДЭ в донных отложениях» ССQM-K109 «Мочевина и мочева кислота в сыворотке крови»
Часть В (Модель 2)	Прямое сравнение и демонстрация эквивалентности аналогичных CRM ¹⁾ или РТ ²⁾ -материалов, производимых НМИ. Эффективный способ тестирования реальных сервисов, предоставляемых НМИ.	Для областей, где существует достаточное количество аналогичных услуг. НМИ отправляют свои материалы в референтную лабораторию для сравнения. Участие — желательно для всех НМИ, имеющих соответствующие материалы. Периодичность — по необходимости	ССQM-K79 «Этанол в водном растворе» ССQM-K80 «Креатинин в сыворотке крови» ССQM-K142 «Мочевина и мочева кислота в сыворотке крови»
Часть С	Области измерений, имеющие важное значение, где необходима демонстрация международной эквивалентности	Количество членов РГОА, предоставляющих услуги в данной области, ограничено. Участие не обязательно Периодичность — не более 1 раза в год	ССQM-K141 Меламин в сухом молоке ССQM-K138 «Афлатоксины в сухом инжире» ССQM-K133 «Фталаты в ПВХ»
Часть D	Экспериментальные исследования в новых областях, где требуется исследование конкретных аналитических методов	Например, исследование факторов, влияющих на точность измерений методом qNMR Участие не обязательно Периодичность — по необходимости	ССQM P150 «Чистота Диметилсульфона методом qNMR» ССQM P150.1 «Чистота Пирибутикарба методом qNMR»

¹⁾ Certified Reference Materials

²⁾ Proficiency Test

измерений органических веществ (далее – МПЮВ). Это разделение представлено на рис. 2 в виде системы координат, где по оси абсцисс отложен логарифм коэффициента распределения вещества в системе вода–октанол, pK_{ow} (от минус 8,0 до 4,0), который прямо характеризует степень гидрофобности и/или гидрофильности органического соединения, а по оси ординат – молярная масса соединения (от минимальной до 1000 а.е.).

Таким образом, органические соединения образуют три группы с различной комбинацией базовых физико-химических свойств:

- 1) низкая полярность и низкая молекулярная масса (сектор X: $MW < 500$, $pK_{ow} < -2$)
- 2) высокая полярность и низкая молекулярная масса (сектор Y: $MW < 500$, $pK_{ow} > -2$);
- 3) высокая молекулярная масса вне зависимости от полярности (сектор Z: $MW > 500$)

Тип матрицы

Первичная классификация матриц закреплена в системе категорий объектов анализа, принятых в КККВ (см. табл. 3), и применяется для системного

внесения новых КИВ в БД, а также целевого поиска КИВ с помощью онлайн-сервиса МБМВ.

Дополнительная классификация РГОА предполагает разделение матриц на четыре основные категории и одиннадцать подкатегорий, которых достаточно для комплексного описания объектов анализа (см. табл. 6).

В категории (3), где потенциальное разнообразие объектов колоссально, для более детальной характеристики матрицы принята модель пищевого треугольника, состоящего из девяти секторов и основанного на относительном содержании в продуктах питания белков, жиров и углеводов (см. рис. 3).

Диапазон (уровень) содержания компонента(ов)

Массовая доля (w) компонента является важной характеристикой объекта анализа, определяющей выбор аналитического метода, способ подготовки образца и значение неопределенности измерений. Исходя из этого, РГОА сочла целесообразным выделить четыре количественных диапазона (см. табл. 7).

Таким образом, принятый системный подход к характеристике сличений позволяет комплексно описать

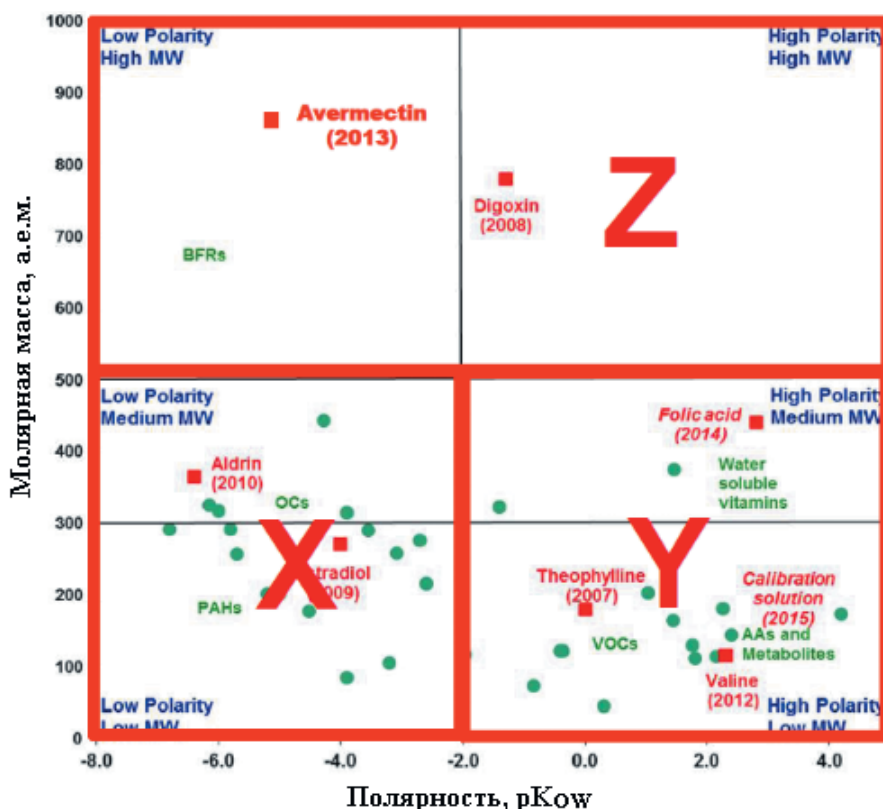


Рис. 2. Модель пространства измерений органических веществ (МПЮВ) [19]

Fig. 2. Organics measurement space model

Таблица 6. Классификация матриц [19]
Table 6. Matrices classification

Категории матриц		Подкатегории	
1	Калибровочные растворы и жидкостные матрицы с низким уровнем помех/сопутствующих компонентов	1.1	Растворы для калибровки в органических растворителях
		1.2	Водные растворы для калибровки
		1.3	Другое – вода, напитки и т. д.
2	Клинические материалы	2.1	Сыворотка или плазма крови
		2.2	Другое – кожа, волосы и т. д.
3	Продукты питания	3.1	> 60 % жира (сектора 1, 3 «Пищевого треугольника»)
		3.2	> 60 % белка (сектора 8, 9 «Пищевого треугольника»)
		3.3	> 60 % углеводов (сектора 5, 6 «Пищевого треугольника»)
		3.4	Нет компонентов > 60 % – смешанная матрица (секторы 2, 4, 7 «Пищевого треугольника»)
4	Абиотические матрицы	4.1	Почва, донные отложения, твердые частицы
		4.2	Другое – пластик, технические продукты и т. д.



Рис. 3. Модель пищевого треугольника

Fig. 3. Food triangle model

Таблица 7. Диапазоны массовых долей [19]
Table 7. Mass fraction ranges

Уровень	Диапазон массовой доли компонента
Очень высокий	От 1 г/кг до 1 кг/кг (1 г/кг < w < 1 кг/кг)
Высокий	От 1 мг/кг до 1 г/кг (1 мг/кг < w < 1 г/кг)
Низкий	От 1 мкг / кг до 1 мг / кг (1 мкг/кг < w < 1 мг/кг)
Очень низкий	Менее 1 мкг/кг (w < 1 мкг/кг)

специфику и область применения каждого сличения, организованного РГОА. Комбинирование нужных характеристик сличений дает возможность охватить все аспекты органического анализа и обеспечить

поддержание метрологического сервиса НМИ в конкретных областях измерений.

Решение второй задачи потребовало разработки принципиально новой концепции, основанной на

Таблица 8. Описание КИВ для категории «Чистые вещества» [31]

Table 8. CMC types description for category «Pure materials»

Область действия ВС	Описание	Пример КИВ
Область действия (узкая) а) гомологические ряды б) классы	а) Гомологи с идентичными функциональными группами б) Классы с четко определенным диапазоном структурных изменений (в аналогичном типе матрицы, если применимо). Четкие границы молекулярной массы и полярности, в одном секторе МПНОВ	• (а) Чистота перфторированных карбоновых кислот $C_nF_{(2n+1)}CO_2H$, где $1 \leq n \leq 8$ • (а) Полихлорированные дифенилы (ПХД) в массовой доле от 100 мкг/кг до 100 мг/кг в почве • (б) Чистота 22 природных протеогенных аминокислот • (б) Чистота стероидных гормонов и диапазон молярной массы 100–500 г/моль при уровнях 10–500 нг/г в сыворотке крови человека
Область действия (средняя)	Более разнородная группа аналитов, которые, как правило, имеют сходство в структуре или области применения. Требуется более обширное количество доказательств. Может охватывать более одного сектора МПНОВ	• Высокополярные стероиды ($pK_{ow} > -2$) с диапазоном молярных масс 300–500 г/моль при массовой доле от 100 мкг/кг до 100 мг/кг в водном растворе. • Пестициды с низкой полярностью ($pK_{ow} < -2$) с диапазоном молярной массы от 200 до 500 г/моль при массовой доле 1–15 000 мкг/кг в твердой матрице
Область действия (широкая)	Охватывает всю область HFTLS соответствующих сличений и конкретный сектор МПНОВ	• Чистота органических соединений высокой полярности ($pK_{ow} > -2$) с диапазоном молярных масс 300–500 г/моль • Массовая доля органических соединений низкой полярности ($pK_{ow} < -2$) с молекулярной массой 100–500 г/моль при массовой доле от 100 мкг/кг до 100 мг/кг в многокомпонентном органическом растворе • Высокополярные аналиты ($pK_{ow} > -2$) с диапазоном молекулярных масс от 200 до 500 г/моль при массовой доле 20–5000 мкг/кг в матрице с высоким содержанием жира и высоким содержанием белка

понятии «область компетенции». И вместо существующей ранее оценки эффективности конкретных сличений («вещество–в-вещество-матрица–в-матрицу») с 2009 г. РГОА использует подход, учитывающий возможность объединения однотипных измерений внутри одной области компетенции. В основе такого подхода лежит понимание специфики органического анализа, заключающейся в огромном разнообразии компонентов, способов и процедур подготовки проб, а также дополнительной вариативности в части аналитических методов (ГХ/МС, ВЭЖХ/МС или другие детекторы, такие как ПИД, ЭЗД, УФ и т.д.). Все составляющие процесса измерений оказывают влияние на результат измерений и его неопределенность и, очевидно, должны быть приняты во внимание при установлении границ применения каждого сличения.

Определение границ применения сличений является серьезным вызовом для РГОА и требует

детального обсуждения внутри группы, после чего достигнутые договоренности документируются в разделе Протокола сличений «How Far the Light Shines» (HFTLS). Например, в сличениях CCQM-K131 «Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) в ацетонитриле» (CCQM-K131 – Low-Polarity Analytes in a Multicomponent Organic Solution: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Acetonitrile) [21, с. 23] границы применения установлены следующим образом – «успешное участие в сличениях CCQM-K131 демонстрирует возможности измерений массовой доли органических соединений с молекулярной массой от 100 г/моль до 500 г/моль и с полярностью $-\log K_{ow} < -2$ в многокомпонентном органическом растворе с массовой долей компонентов от 100 мкг/кг до 100 мг/кг».

Использование НМИ возможностей HFTLS привело к значительному увеличению количества КИВ

в БД и росту бюрократической нагрузки на РГКС, которая координирует и контролирует процесс одобрения и регистрации КИВ и, как следствие, сделало существующую систему громоздкой и нефункциональной в целом. Чтобы разрешить сложившуюся ситуацию, КККВ была предложена и принята принципиально новая идеология формирования КИВ, заключающаяся в целенаправленном сокращении абсолютного количества КИВ (индивидуальных строчек) при одновременном расширении области применения каждой КИВ, то есть внедрении концепции «Broad Scope Claims» (BC). Данная идеология стала следующим шагом после HFTLS в направлении оптимизации использования ресурсов НМИ. Концепция BC позволяет НМИ подавать КИВ для более широкого круга аналитов и типов матриц по сравнению с HFTLS.

Совершенно справедливо, что одобрение BC требует наличия у НМИ соответствующих документированных возможностей, которые должны быть проверены и подтверждены большим количеством сличений. Насколько широкой может быть область BC, зависит от истории участия НМИ в сличениях и от эффективности предыдущих релевантных сличений. В случае BC ожидается, что НМИ будет демонстрировать свою компетентность в предоставлении соответствующих услуг постоянно, а в случае неудовлетворительных результатов или отказа от участия в релевантных сличениях BC будут приостановлены или отменены.

В качестве примера в табл. 8 представлено описание органических BC различной области действия/применения («широты») для категории «Чистые вещества».

Таким образом, сличения становятся более унифицированными инструментом оценивания возможностей НМИ и позволяют формировать КИВ различной области действия – от простых «вещество-в-вещество-матрица-в-матрицу» до HFTLS и рассмотренных выше вариантов BC, исходя из всей совокупности имеющихся данных. В табл. 9 приведены возможные варианты КИВ разной области действия («широты») по результатам сличений CCQM-K55.c [20] и CCQM-K109 [23].

При разработке плана ключевых сличений РГОА принимает во внимание все аспекты и возможности – актуальность исследований, существующий метрологический сервис, предоставляемый НМИ-участниками группы, перспективные направления и технологии и т.д. Такой подход позволяет обеспечивать метрологическую прослеживаемость в уже освоенных и новых областях деятельности НМИ на основе набора модельных систем и концепции HFTLS и/или BC [32].

Долгосрочными областями внимания РГОА были и остаются безопасность пищевых продуктов и клиническая диагностика. Появление новых более сложных клинических биомаркеров, необходимость контроля природных токсинов в пищевых продуктах, все более строгие требования к упаковочным материалам и проблемы с фальсификацией продуктов питания определяют приоритетность этих областей для многих НМИ и, следовательно, необходимость развития метрологических услуг, которые НМИ должны будут предоставлять для демонстрации сопоставимости результатов измерений. Сектор окружающей среды был оценен членами РГОА как менее приоритетный, однако выделены нишевые области, где существуют серьезные проблемы с конкретными токсикантами, такими как стойкие органические загрязнители – СОЗ, включающие хлорированные ксенобиотики, перфторированные соединения, огнегасящие бромированные вещества и т.д. В 2020 г. в качестве новых приоритетных направлений РГОА определила измерения фармацевтических и наркотических веществ, а также анализ микропластиков.

Обсуждения

Описанный выше системный подход к сличениям и другим аспектам функционирования рабочей группы закреплён в разработанных РГОА руководящих документах, которые по мере накопления новых знаний и опыта обновляются и совершенствуются.

В завершении заметим, что первые ключевые международные сличения в области органического анализа состоялись в 1999 г., протокол сличений предполагал измерение *p, p'*-ДДЕ в рыбьем жире (CCQM-K5 – Determination of *pp'*-DDE in Fish Oil). В этих сличениях приняло участие 10 НМИ из 9 стран, в том числе Россия в лице ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» (ВНИИМ). Результаты сличений представлены на рисунке 4.

Последние, аналогичные CCQM-K5, сличения по определению неполярных аналитов в жировой матрице CCQM-K146 «Бено(а)пирен в оливковом масле» (CCQM-K146 – Low-Polarity Analyte in high fat food: Benzo[a]pyrene in Olive Oil) были завершены в 2019 г. Результаты измерений участников представлены на рис. 5.

Исследования и измерения в рамках международных сличений CCQM-K5, CCQM-K146, а также прочие сличения, организованные РГОА под эгидой МБМВ в течение последних 20 лет (всего около 40 ключевых и пилотных сличений), были выполнены в аналитической лаборатории научно-исследовательского отдела физико-химических измерений ВНИИМ. На базе данной

Таблица 9. Примеры КИВ различной области применения

Table 9. Example of different broadness CMCs

Типы КИВ по широте охвата	CCQM-K55.c Определение чистоты органических соединений. L-валин ¹⁾	CCQM-K109 Аналиты высокой полярности в биоматрице. Определение мочевины и мочевой кислоты в сыворотке крови человека ²⁾
	HFTLS	
	«...массовая доля органических компонентов средней структурной сложности в диапазоне молярных масс 100 г/моль–300 г/моль), высокой полярности (pKOW> –2)...»	«...аналиты с молекулярной массой от 50 до 500 г/моль, имеющие полярность $pK_{OW} > 2$ в диапазоне от 10 до 2000 мг/кг в биологической матрице, такой как человеческая сыворотка крови, кровь и моча...»
КИВ (СМС)		
Вещество-в-вещество-матрица-в матрицу	Чистота L-валина	Мочевина и мочевая кислота в сыворотке крови в диапазоне от 10 до 2000 мг/кг
В рамках HFTLS	Чистота L-валина, лейцина, изолейцина, триптофана, пролина, аланина и т. д.	Мочевина и мочевая кислота в сыворотке крови, цельной крови и моче в диапазоне...
	Чистота аминокислоты, сульфадиазина, сульфацида и т. д.	Креатинин и глюкоза в сыворотке крови, цельной крови и моче в диапазоне...
В рамках BC	Чистота 22 протеогенных аминокислот	22 протеогенных аминокислоты в биоматрице в диапазоне ...
	Чистота высокополярных органических соединений с молекулярной массой до 500 г/моль	Аналиты с молекулярной массой до 500 г/моль, имеющие полярность $pK_{OW} > 2$, в биологической матрице в диапазоне...

¹⁾ Characterization of Organic Substances for Chemical Purity. L–Valine²⁾ High Polarity Analytes in Biological Matrix: Determination of Urea and Uric Acid in Human Serum

лаборатории в 2014 г. был создан Государственный первичный эталон единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации органических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах на основе жидкостной и газовой хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением и гравиметрии – ГЭТ 208 [33].

Таким образом, была сформирована и законодательно закреплена система, в которой ГЭТ 208, с одной стороны, позволяет демонстрировать и подтверждать эквивалентность калибровочных и измерительных возможностей России на высшем международном уровне [34] и, с другой стороны, является верхним звеном Государственной поверочной схемы Российской Федерации для средств измерений содержания органических веществ [35]. В соответствии с Государственной поверочной схемой ГЭТ 208 обеспечивает передачу единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной)

концентрации органических компонентов нижестоящим эталонам и средствам измерений, а также метрологическую прослеживаемость результатов измерений органических компонентов посредством аттестованных на ГЭТ 208 стандартных образцов, выполняющих функцию эталонов [34–36].

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность сотруднику ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» Ткаченко Ирине Юрьевне за помощь в подготовке статьи, конструктивную критику и дружескую поддержку. Авторы глубоко признательны анонимному Рецензенту за внимательное отношение к статье, профессиональное мнение и дельные замечания.

Вклад соавторов

Михеева А. Ю.: определение замысла статьи, работа с литературными данными, подготовка

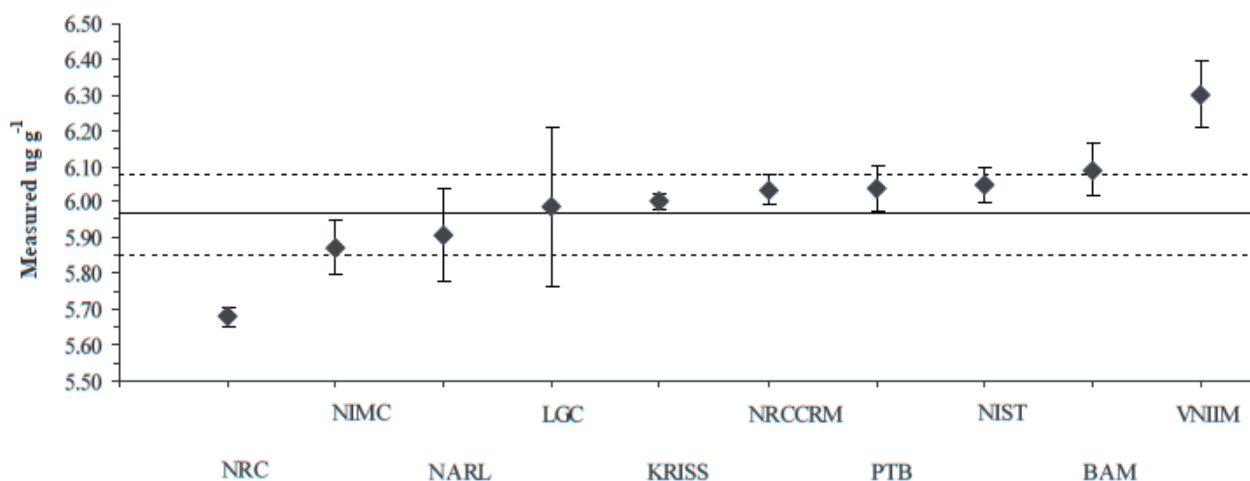


Рис. 4. Результаты участников* сличений CCQM-K5, черная сплошная линия – референтное значение ключевых сличений, черные пунктирные линии – расширенная неопределенность референтного значения [17].

Fig. 4. Results of comparison CCQM-K5, black solid line – key comparison reference value (KCRV), black dotted lines – expanded uncertainty of KCRV.

* NRC – НМИ Канады, NIMC – НМИ Нигерии, NARL – номинированная лаборатория Австралии, LGC – НМИ Великобритании, KRIS – НМИ Южной Кореи, NRCCRM – номинированная лаборатория Китая, PTB – НМИ Германии, NIST – НМИ США, BAM – НМИ Германии, VNIIM – НМИ России (ВНИИМ)

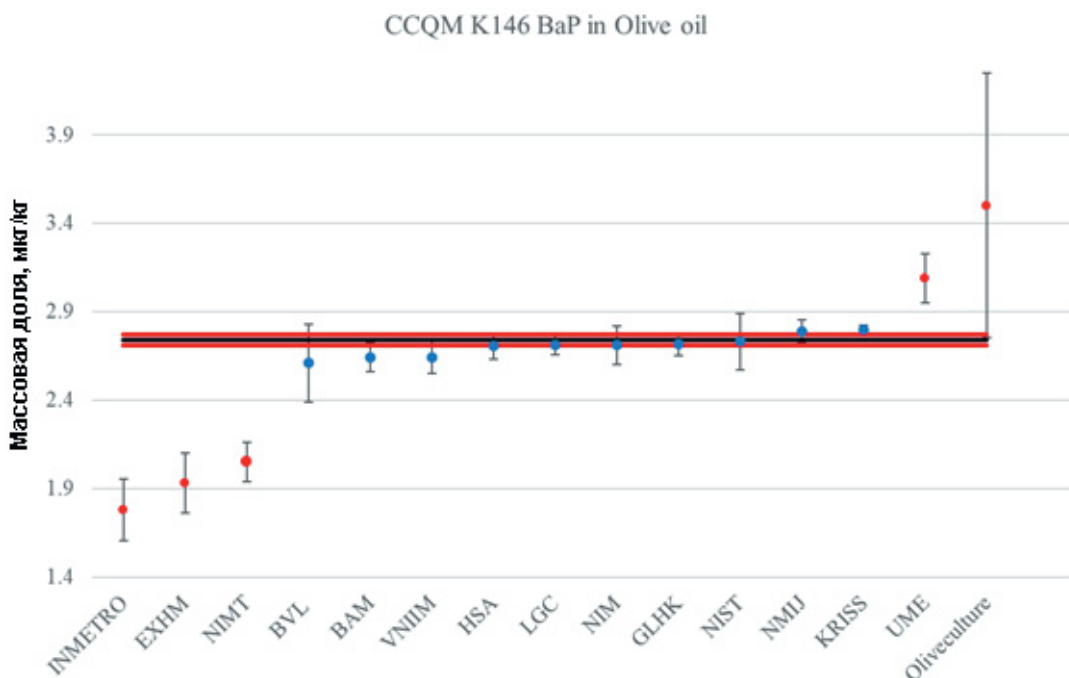


Рис. 5. Результаты участников* сличений CCQM-K146, черная сплошная линия – референтное значение ключевых сличений, красные сплошные линии – неопределенность референтного значения.

Fig. 5. Results of comparison CCQM-K146, black solid line – key comparison reference value (KCRV), red solid lines – expanded uncertainty of KCRV.

* INMETRO – НМИ Бразилии, EXHM – НМИ Греции, NIMT – НМИ Таиланда, BVL – НМИ Германии, BAM – НМИ Германии, VNIIM – НМИ России (ВНИИМ), HSA – НМИ Сингапура, LGC – НМИ Великобритании, NIM – НМИ Китая, GLNK – НМИ Гонконга, NIST – НМИ США, NMJ – НМИ Японии, KRIS – НМИ Южной Кореи, UME – НМИ Турции, Oliveculture – номинированная лаборатория Словении

первоначального варианта и доработка текста статьи, перевод на английский язык.

Крылов А. И.: формирование концепции работы, критический анализ материалов статьи.

Конфликт интересов

Автор Крылов А. И. является членом редакционно-го совета журнала «Эталоны. Стандартные образцы».

ЛИТЕРАТУРА

1. Documents diplomatic de la Conference du Metre. Paris: Imprimerie nationale, 1875. URL: <https://www.bipm.org/utis/common/documents/official/Diplomatic-Conference-Metre.pdf>.
2. Member States // Bureau International des Poids et Mesures. URL: <https://www.bipm.org/en/about-us/member-states>.
3. Strategic Plan // Bureau international des poids et mesures. URL: <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/BIPM-strategic-plan.pdf>.
4. Compendium of main rules and practices applicable to the BIPM, October 2018. URL: <https://www.bipm.org/utis/common/documents/official/compendium.pdf>.
5. The International System of Units // Bureau International des Poids et Mesures. URL: <https://www.bipm.org/en/measurement-units>.
6. Международная система единиц. Изд. 9-е. Москва: Росстандарт, 2019. URL: <https://www.vniim.ru/files/SI-2019.pdf>.
7. The CIPM MRA: 2005 interpretation document. Revised in October 2016 // Bureau International des Poids et Mesures. URL: https://www.bipm.org/utis/common/documents/CIPM-MRA/CIPM-MRA-Interpretation-Document_update2016.pdf.
8. Participating laboratories // Bureau International des Poids et Mesures. URL: <https://www.bipm.org/en/cipm-mra/participation>.
9. KCDB BIPM. URL: <https://www.bipm.org/kcdb>.
10. Consultative Committees of the CIPM. URL: <https://www.bipm.org/en/committees/cc>.
11. Members. URL: <https://www.bipm.org/en/committees/cc/ccqm/members-cc.html>.
12. CCQM Strategy Document for Rolling Programme Development. Date drafted: 21 February 2017. URL: <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/CCQM-strategy-document.pdf>.
13. Traceability exception: delta value isotope ratio measurements. URL: <https://www.bipm.org/utis/common/documents/CIPM-MRA/Traceability-Exception-QM1.pdf>.
14. Willi A., Brand W. A., Coplen T. B. et al. Assessment of international reference materials for isotope-ratio analysis (IUPAC Technical Report) // Pure and Applied Chemistry. 2014. Vol. 86, Iss. 3. pp. 425–467. <https://doi.org/10.1515/pac-2013-1023>.
15. CCQM—Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology, CCQM working groups. URL: <https://www.bipm.org/en/committees/cc/ccqm/working-groups.html>.
16. list of amount of substance categories, April 2009. URL: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/KCDB_2.0/CMC_services/QM_categories.pdf.
17. CCQM-K5 Final Report, 2001, Key Comparison—Determination of pp'-DDE in Fish Oil. URL: <https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1035>.
18. CCQM-K39 Determination of Chlorinated Pesticides in Solution Final Report June 28, 2006. URL: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/QM/K39/CCQM-K39.pdf.
19. CCQM Organic Analysis Working Group Strategy Document, Date drafted: September 2017, Period covered: 2017–2026.
20. Final report on key comparison CCQM-K55.d (Folic Acid): Mass fraction assignment of folic acid in a high purity material / S. Westwood et al. // Metrologia. 2018. Vol. 55, no.1A. 08013. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/55/1A/08010>.
21. Final report on key comparison CCQM-K131: Low-polarity analytes in a multicomponent organic solution: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in acetonitrile/ D. L. Duewer et al. // Metrologia. 2019., Vol. 56, no.1A. 08003. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08003>.
22. Final report on key comparison CCQM-K102: Polybrominated diphenyl ethers in sediment / M. Ricci et al. // Metrologia. 2017. Vol. 54, no.1A. 08026. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/54/1A/08026>.
23. High polarity analytes in biological matrix: determination of urea and uric acid in human serum (CCQM-K109)/ Q. Liu et al. // Metrologia. 2019. Vol. 56, no.1A. 08006. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08006>.
24. Final report on key comparison CCQM-K79: Comparison of value-assigned CRMs and PT materials: Ethanol in aqueous matrix / S. Hein et al. // Metrologia. 2013. Vol. 50, no. 1A. 08005. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/50/1A/08005>.
25. Final report on key comparison CCQM-K80: Comparison of value-assigned CRMs and PT materials: creatinine in human serum / J. E. Camara et al. URL: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/QM/K80/CCQM-K80.pdf.
26. Final report on key comparison CCQM-K142: Comparison of CRMs and Value-Assigned Quality Controls: Urea and Uric Acid in Human Serum or Plasma Track A Model 2 Key Comparison // Bureau International des Poids et Mesures. URL: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/QM/K142/CCQM-K142.pdf.
27. High polarity analytes in food—enrofloxacin and sulfadiazine in bovine tissue. (CCQM-K141) / A. Windust et al. // Metrologia. 2019. Vol. 56, no. 1A. 08005. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08005>.
28. Report on key comparison CCQM-K138: determination of aflatoxins (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2 and Total AFs) in dried fig / M. Bilsel et al. // Metrologia. 2019. Vol. 56, no. 1A. 08008. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08008>.

29. Report B on key comparison CCQM-K133, November 2019: Low-Polarity Analytes in Plastics: Phthalate esters in Polyvinyl Chloride (PVC) // Bureau International des Poids et Mesures. URL: <https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1269>.
30. Final Report on pilot comparison CCQM-P150: Data acquisition and process in qNMR method, October 2016. // Bureau International des Poids et Mesures. URL: https://www.bipm.org/wg/CCQM/OAWG/Restricted/Finalised_Pilot_Study_Reports/OAWG_45.pdf.
31. Criteria for broad scope claims with the Organic Analysis Working Group (OAWG), Version 2.2, 2019-10-15.
32. The role of the CCQM OAWG in providing SI traceable calibrators for organic chemical measurements / K. A. Lippa et al. // Accreditation and Quality Assurance. 2019. Vol. 24, pp. 407–415. <https://doi.org/10.1007/s00769-019-01407-6>.
33. Об утверждении Государственного первичного эталона единиц массовой (молярной) доли и массовой (молярной) концентрации в жидких и твердых веществах и материалах на основе жидкостной и газовой хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением и гравиметрии: Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 29 января 2015 г. № 125.
34. Об обеспечении единства измерений: Федер. закон Рос. Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 11 июня 2008 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 18 июня 2008 г. (в редакции от 27 декабря 2019 г. № 496–ФЗ) // Рос. газета. 2019. 31 декабря.
35. Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений органических компонентов в жидких и твердых веществах и материалах: Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 22 мая 2015 г. № 598 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.
36. 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. 82 с.

REFERENCE

1. Documents diplomatic de la Conference du Metre. Paris: Imprimerie nationale, 1875. Available at: <https://www.bipm.org/utis/common/documents/official/Diplomatic-Conference-Metre.pdf>.
2. Member States // Bureau International des Poids et Mesures. Available at: <https://www.bipm.org/en/about-us/member-states>.
3. Strategic Plan // Bureau International des Poids et Mesures. Available at: <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/BIPM-strategic-plan.pdf>.
4. Compendium of main rules and practices applicable to the BIPM, October 2018. Available at: <https://www.bipm.org/utis/common/documents/official/compendium.pdf>.
5. The International System of Units // Bureau International des Poids et Mesures. Available at: <https://www.bipm.org/en/measurement-units>.
6. Международная система единиц. Изд. 9-е. Москва: Росстандарт, 2019. Available at: <https://www.vniim.ru/files/SI-2019.pdf>.
7. The CIPM MRA: 2005 interpretation document. Revised in October 2016 // Bureau International des Poids et Mesures. Available at: https://www.bipm.org/utis/common/documents/CIPM-MRA/CIPM-MRA-Interpretation-Documents_update2016.pdf.
8. Participating laboratories // Bureau International des Poids et Mesures. Available at: <https://www.bipm.org/en/cipm-mra/participation>.
9. KCDB BIPM. URL: <https://www.bipm.org/kcdb>.
10. Consultative Committees of the CIPM. Available at: <https://www.bipm.org/en/committees/cc>.
11. Members. Available at: <https://www.bipm.org/en/committees/cc/ccqm/members-cc.html>.
12. CCQM Strategy Document for Rolling Programme Development. Date drafted: 21 February 2017. Available at: <https://www.bipm.org/utis/en/pdf/CCQM-strategy-document.pdf>.
13. Traceability exception: delta value isotope ratio measurements. Available at: <https://www.bipm.org/utis/common/documents/CIPM-MRA/Traceability-Exception-QM1.pdf>.
14. Willi A. Brand, Tyler B. Coplen, Jochen Vogl, Martin Rosner and Thomas Prohaska Assessment of international reference materials for isotope ratio analysis (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry. 2014;86(3):425–467. <https://doi.org/10.1515/pac-2013-1023>.
15. CCQM–Consultative Committee for Amount of Substance: Metrology in Chemistry and Biology, CCQM working groups. Available at: <https://www.bipm.org/en/committees/cc/ccqm/working-groups.html>.
16. list of amount of substance categories, April 2009. Available at: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/KCDB_2.0/CMC_services/QM_categories.pdf.
17. CCQM-K5 Final Report, 2001, Key Comparison–Determination of pp'-DDE in Fish Oil. Available at: <https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1035>.
18. CCQM-K39, Determination of Chlorinated Pesticides in Solution Final Report June 28, 2006. Available at: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/QM/K39/CCQM-K39.pdf.
19. CCQM Organic Analysis Working Group Strategy Document, Date drafted: September 2017, Period covered: 2017–2026.
20. Westwood S. et al. Final report on key comparison CCQM-K55.c (L-(-)-Valine): Characterization of organic substances for chemical purity. Metrologia. 2014;51(1A):08010. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/51/1A/08010>.
21. Duewer D. L. et al. Final report on key comparison CCQM-K131: Low-polarity analytes in a multicomponent organic solution: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in acetonitrile. Metrologia. 2019;56(1A):08003. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08003>.
22. Ricci M. et al. Final report on key comparison CCQM-K102: Polybrominated diphenyl ethers in sediment. Metrologia. 2017;54(1A):08026. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/54/1A/08026>.

23. Liu Q. et al. High polarity analytes in biological matrix: determination of urea and uric acid in human serum (CCQM-K109)/ // Metrologia. 2019;56(1A):08006. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08006>.
24. Hein S. et al. Final report on key comparison CCQM-K79: Comparison of value-assigned CRMs and PT materials: Ethanol in aqueous matrix. Metrologia. 2013;50(1A):08005. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/50/1A/08005>.
25. Camara J. E. et al. Final report on key comparison CCQM-K80: Comparison of value-assigned CRMs and PT materials: creatinine in human serum. Available at: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/QM/K80/CCQM-K80.pdf.
26. Final report on key comparison CCQM-K142: Comparison of CRMs and Value-Assigned Quality Controls: Urea and Uric Acid in Human Serum or Plasma Track A Model 2 Key Comparison. Available at: URL: https://www.bipm.org/utis/common/pdf/final_reports/QM/K142/CCQM-K142.pdf.
27. Windust A. et al. High polarity analytes in food—enrofloxacin and sulfadiazine in bovine tissue. (CCQM-K141). Metrologia. 2019;56(1A):08005. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08005>.
28. Bilsel M. et al. Report on key comparison CCQM-K138: determination of aflatoxins (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2 and Total AFs) in dried fig. Metrologia. 2019;56(1A):08008. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08008>.
29. Report B on key comparison CCQM-K133, November 2019: Low-Polarity Analytes in Plastics: Phthalate esters in Polyvinyl Chloride (PVC). Available at: <https://www.bipm.org/kcdb/comparison?id=1269>.
30. Final Report on pilot comparison CCQM-P150: Data acquisition and process in qNMR method, October 2016. Available at: https://www.bipm.org/wg/CCQM/OAWG/Restricted/Finalised_Pilot_Study_Reports/OAWG_45.pdf.
31. Criteria for broad scope claims with the Organic Analysis Working Group (OAWG), Version 2.2, 2019-10-15.
32. Lippa K. A. et al. The role of the CCQM OAWG in providing SI traceable calibrators for organic chemical measurements. Accreditation and Quality Assurance. 2019;(24):407–415. <https://doi.org/10.1007/s00769-019-01407-6>.
33. On approval of the State primary standard of units of mass (molar) fraction and mass (molar) concentration in liquid and solid substances and materials based on liquid and gas chromatography-mass spectrometry with isotope dilution and gravimetry: Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart) dated January 29, 2015, No. 125.
34. On ensuring the uniformity of measurements: Feder. the law Ros. Federation of June 26, 2008 No. 102-FZ: adopted by the State. Duma Feder. Collection Ros. Federation June 11, 2008: Approved by the Federation Council Feder. Coll. Grew up. Federation on June 18, 2008 (as amended on December 27, 2019 No. 496-FZ). In: Ros. newspaper. 2019.31 December.
35. On approval of the State verification scheme for measuring instruments of organic components in liquid and solid substances and materials: Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart) dated May 22, 2015, No. 598. In: Electronic fund of legal and normative technical documentation.
36. International vocabulary of metrology: basic and general concepts and related terms: per. from English and fr. Vseross.nauch.-issled. Institute of Metrology. DI. Mendelev, Belarus. Institute of Metrology. Ed. 2nd, rev. SPb.: NPO «Professional», 2010. 82 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Михеева Алена Юрьевна – канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19.
e-mail: may@b10.vniim.ru
ResearcherID B-6506–2019

Крылов Анатолий Иванович – д-р хим. наук, руководитель отдела госэталонов в области органического и неорганического анализа ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19.
e-mail: akrylov@b10.vniim.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alena Yu. Mikheeva – PhD (Chem.), leading researcher, D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM). 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation
e-mail: may@b10.vniim.ru
ResearcherID B-6506–2019

Anatoliy I. Krylov – Dr. Sci. (Chem.), head of the department for state measurement standards in the field of organic and inorganic analysis D. I. Mendeleyev Institute for Metrology. 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation
e-mail: akrylov@b10.vniim.ru

■ ЭТАЛОНЫ / MEASUREMENT STANDARDS

DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-23-35

УДК 533.1:620.11:006.91:53.089.68

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕРВИЧНЫЙ ЭТАЛОН ЕДИНИЦ МОЛЯРНОЙ ДОЛИ, МАССОВОЙ ДОЛИ И МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КОМПОНЕНТОВ В ГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СРЕДАХ ГЭТ 154-2019

© А. В. Колобова, Л. А. Конопелько, О. Г. Попов

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»

(ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия,

e-mail: fhi@b10.vniim.ru

ORCID: 0000-0001-6042-6933

Поступила в редакцию—22 августа 2020 г., после доработки—07 сентября 2020 г.

Принята к публикации—30 сентября 2020 г.

В статье представлена история формирования системы единиц газоаналитических измерений в РФ и итоги работ, проведенных в 2015–2019 гг. в рамках совершенствования Государственного первичного эталона единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2016. Описано новое оборудование, включенное в состав ГЭТ 154-2016 по результатам выполнения работ и состав вновь утвержденного ГЭТ 154-2019. Приведена информация о международных ключевых сличениях.

Ключевые слова: эталон, молярная доля, газовые среды, газовые смеси**Ссылка при цитировании:**

Колобова А. В., Конопелько Л. А., Попов О. Г. Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019 // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16, № 3. С. 23–35. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-23-35.

For citation:

Kolobova A. V., Konopelko L. A., Popov O. G. State primary standard of units of molar part, mass part and mass concentration of components in gas and gas condensate environs GET 154-2019. *Measurement standards. Reference materials*. 2019;16(3): 23–35. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-23-35 (In Russ.).

STATE PRIMARY STANDARD OF UNITS OF MOLAR PART, MASS PART AND MASS CONCENTRATION OF COMPONENTS IN GAS AND GAS CONDENSATE ENVIRONS GET 154-2019

© Anna V. Kolobova, Leonid A. Konopelko, Oleg G. Popov

D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Sankt Petersburg, Russia
e-mail: fhi@b10.vniim.ru
ORCID: 0000-0001-6042-6933

Received—22 August, 2020. Revised—7 September, 2020.

Accepted for publication—30 September, 2020.

The history of formation of the system of units of gas analytic measurements in the Russian Federation and the results of works carried out in 2015–2019 within the framework of improvement of the State primary standard of units of molar fraction, mass fraction and mass concentration of components in gas and gas condensate environs GET 154-2016 are presented. The new equipment included in the GET 154-2016 based on the results of the work and the composition of the newly approved GET 154-2019 are described. Information on international key comparisons is given.

Keywords: standard, molar fraction, gas media, gas mixtures

Введение

Первый этап формирования системы единиц газоаналитических измерений в нашей стране был завершен вводом в действие в 1988 г. государственного первичного эталона единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах ГЭТ 154–88 и государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых средах (МИ 2001–89) [1].

Начиная с 80-х и особенно с начала 90-х годов прошлого века парк газоаналитических приборов претерпевает значительные изменения по своему структурному и количественному составу. Объясняется это выходом на первый план проблемы безопасности жизнедеятельности общества. Газоаналитические измерения становятся социально-значимой областью измерений. Поэтому требования введенного в те годы в действие комплекса постановлений и законов РФ «Об обеспечении единства измерений», «Об охране окружающей среды», «О санитарно-гигиеническом благополучии населения», «О защите прав потребителей», «О декларации безопасности предприятий», «О стандартизации», «О сертификации продукции и услуг» остро поставили задачу повышения надежности и достоверности газоаналитической информации – важнейшего фактора в принятии управленческих решений,

вынесения штрафных, административных и уголовных санкций за экономический и экологический ущерб для РФ.

Действующая до этого времени система метрологического обеспечения во главе с ГЭТ 154–88 уже не удовлетворяла возросшему техническому уровню современных газоаналитических приборов по точности и номенклатуре газоаналитических задач.

Созданием и введением в действие государственного первичного эталона единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах в 2001 г. – ГЭТ 154-2001 и государственной поверочной схемы для средств измерений содержания компонентов в газовых средах (ГОСТ 8.578–2002) был завершен второй этап развития системы метрологического обеспечения газоаналитических измерений в РФ.

Одновременно это время характеризуется становлением международной системы единства газоаналитических измерений. Основными этапами ее становления являлись создание Консультативного Комитета по количеству вещества при Международном бюро мер и весов (CCQM BIPM) в 1993 г., подписание в 1999 г. Российской Федерацией Договора о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами.

В рамках ССQM начала действовать рабочая группа по газоаналитическим измерениям.

Одновременно с интенсивным развитием измерений по количеству вещества в ведущих странах мира, стала набирать темпы развития российская экономика, в том числе в таких областях, как металлургия, нефтехимия, энергетика, добыча и транспортировка углеводородов и др., где измерения в области количества вещества, и в частности, газоаналитические измерения, являются особо востребованными.

В связи с этим остро стали вопросы:

- о модернизации и развитии метрологической инфраструктуры в области газоаналитических измерений, адекватной задачам российской экономики в современных условиях;

- о соответствии российской и международной систем единства газоаналитических измерений;

- об активном участии РФ в формировании международной базы измерительных и калибровочных возможностей высшей точности.

Все это создало предпосылки для подготовки и осуществления третьего этапа развития национальной системы единства газоаналитических измерений, обеспечивающего развитие в РФ парка газоаналитических приборов с учетом современных тенденций. В результате в 2011 г. был утвержден усовершенствованный государственный первичный эталон единиц молярной доли и массовой концентрации компонентов в газовых средах с государственной поверочной схемой для средств измерений содержания компонентов в газовых средах (ГОСТ 8.578–2014) [2].

Одновременно в нефтегазовом комплексе РФ появился новый товарный продукт – нестабильный газовый конденсат. Газовые конденсаты – продукты газо- и нефтедобычи, представляющие собой сложные смеси жидких углеводородов (от пентанов и выше) и растворенных в них низкомолекулярных углеводородных и постоянных газов. Был спрогнозирован значительный рост объема добычи газового конденсата в РФ.

Для обеспечения прослеживаемости результатов измерений содержания нестабильного газового конденсата, а также получаемых из него продуктов – газа дегазации и стабильного газового конденсата, предполагалась разработка нового комплекса эталонных смесительных и аналитических установок с присвоением им статуса государственного первичного специального эталона. Такая работа была проделана в 2015–2016 гг. в рамках выполнения ОКР «Разработка государственного первичного специального эталона для воспроизведения и передачи единиц молярной и массовой доли

углеводородов C_1 – C_{40} , постоянных газов и кислородсодержащих органических соединений на основе использования специализированных эталонов сравнения, обеспечивающих фазовое равновесие в нестабильных и стабильных углеводородных средах».

Однако с учетом задач оптимизации эталонной базы РФ путем комплексирования существующих государственных первичных эталонов РФ специалистами межведомственной комиссии было предложено рассмотреть вариант включения разработанного комплекса эталонных установок в состав существующего на тот момент ГЭТ 154-2011. В результате в 2016 г. был утвержден Государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2016 и впервые была утверждена Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах в форме приказа Росстандарта (приказ от 14 декабря 2018 г. № 2664) (рис. 1).

Для обеспечения эксплуатации газоаналитических средств измерений на территории РФ, количество которых постоянно увеличивается и насчитывает уже более 1 500 000 единиц, ежегодно с помощью ГЭТ 154 осуществляется передача единиц содержания компонентов вторичным и рабочим эталонам, количество которых также постоянно растет и уже превышает 1500 единиц. Передача единиц содержания компонентов осуществляется в первую очередь с помощью эталонов сравнения состава газовых смесей в баллонах под давлением различной номенклатуры, до 1000 штук которых ежегодно изготавливается с помощью ГЭТ 154.

Количество обращений к ГЭТ 154 в части обеспечения прослеживаемости вторичных и рабочих эталонов, проведения испытаний средств измерений в целях утверждения типа, контроля качества измерений составляет около 3000 обращений в год. Это свидетельствует о постоянном высоком уровне заинтересованности в ГЭТ 154 со стороны организаций, осуществляющих газоаналитические измерения, проведение проверок и испытаний газоаналитических СИ, а также предприятий, сферой деятельности которых является разработка, производство и поставка соответствующих СИ и эталонов.

Востребованность ГЭТ 154 в таких областях промышленности, как химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение и металлообработка, топливная промышленность, энергетика и пр., а также в таких социально-значимых сферах, как здравоохранение, экология, обеспечение безопасности

в промышленности и жизнедеятельности, определяет необходимость постоянного проведения работ по:

- контролю технологических процессов: входному контролю сырья, промежуточному контролю технологических процессов, контролю товарной продукции;
- контролю качества углеводородного сырья и товарных продуктов нефтяной и газовой промышленности – природного газа, попутного нефтяного газа, сжиженных углеводородов;
- контролю газов при формировании особо чистых и реакционных сред при производстве наноматериалов и средств микроэлектроники;
- контролю взрывопожароопасных газов и паров;
- контролю вредных компонентов в воздухе рабочей зоны;
- контролю токсичных компонентов транспортных выбросов и выбросов промышленных предприятий;
- контролю загрязнения атмосферы парниковыми газами и фоновому контролю чистоты окружающего воздуха;

– контролю газов в выдыхаемом воздухе для диагностических целей в медицине, и в том числе паров этанола для обеспечения безопасности дорожного движения.

Единицы величин, воспроизводимые, хранимые и передаваемые эталоном, играют критическую роль для таких стратегических и приоритетных направлений развития Российской Федерации (согласно Указу Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899 с изменениями от 16.12.2015 г. № 623), как безопасность и противодействие терроризму, наука о жизни, рациональное природопользование, энергоэффективность и энергосбережение.

Таким образом, государственный первичный эталон единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154 уже много лет является одним из самых востребованных государственных первичных эталонов Российской Федерации.

Совершенствование эталона

Продолжающееся развитие российской экономики создало предпосылки к подготовке и осуществлению очередного этапа развития национальной системы единства газоаналитических измерений, обеспечивающего развитие в РФ новых типов газоаналитических приборов с учетом современных тенденций с перспективой до 2025 г.

Поэтому в течение 2015–2019 гг. были выполнены мероприятия по совершенствованию эталона, состоящие в следующем перечне работ.

1. Проведение работ по метрологическому обеспечению с целью обеспечения достоверности измерений:

- при контроле примесей в высокочистых газах, включая высокочистые инертные газы, используемых в микроэлектронной, ракетной, химической промышленности и других отраслях промышленности, в том числе в рамках политики импортозамещения;
- при контроле паров этанола в выдыхаемом воздухе водителем;
- при измерениях соотношения изотопов углерода-12 и углерода-13 при проведении фоновом мониторинга атмосферы газоанализаторами нового типа;
- при контроле взрывопожароопасных газов.

2. Обеспечение участия РФ в новых международных ключевых сличениях и создание основы для расширения калибровочных и измерительных возможностей РФ;

3. Реструктуризацию состава первичного эталона с учетом включения в его состав новых комплексов и установок, в том числе с учетом ранее проведенных работ по теме ОКР.

4. Повышение эффективности эталонных технологий, выполняемых на эталоне за счет внедрения информационной системы управления и анализа получаемых данных.

В результате при совершенствовании эталона были созданы, исследованы и включены в состав эталона новые комплексы и установки для:

- измерения молярной доли основных примесей O_2 , CO , CO_2 , CH_4 , N_2 , H_2 , Ar в высокочистых газах He , N_2 , Ar , O_2 ;
- измерения молярной доли, массовой доли и массовой концентрации этанола в водных растворах и газовых смесях;
- измерения молярной доли метанола в углеводородных газовых смесях;
- измерения молярной доли $^{12}CO_2$ и $^{13}CO_2$ и соотношения изотопов в газовых смесях и аттестации эталонов сравнения состава газовых смесей, содержащих $^{12}CO_2$ и $^{13}CO_2$ в баллонах под давлением;
- измерения массовой концентрации компонентов дозврывоопасных концентраций паров горючих и взрывоопасных жидкостей в диапазоне от 5 до 50 % нижнего концентрационного предела распространения пламени;
- верификации и аттестации эталонных газовых смесей на основе NO , NO_2 , SO_2 , H_2S , NH_3 , приготовленных гравиметрическим методом.

Новые комплексы и установки, включенные в состав эталона, представлены в табл. 1.

Впервые при совершенствовании эталона создана информационная система (ИС) обеспечения функционирования эталонных комплексов и установок

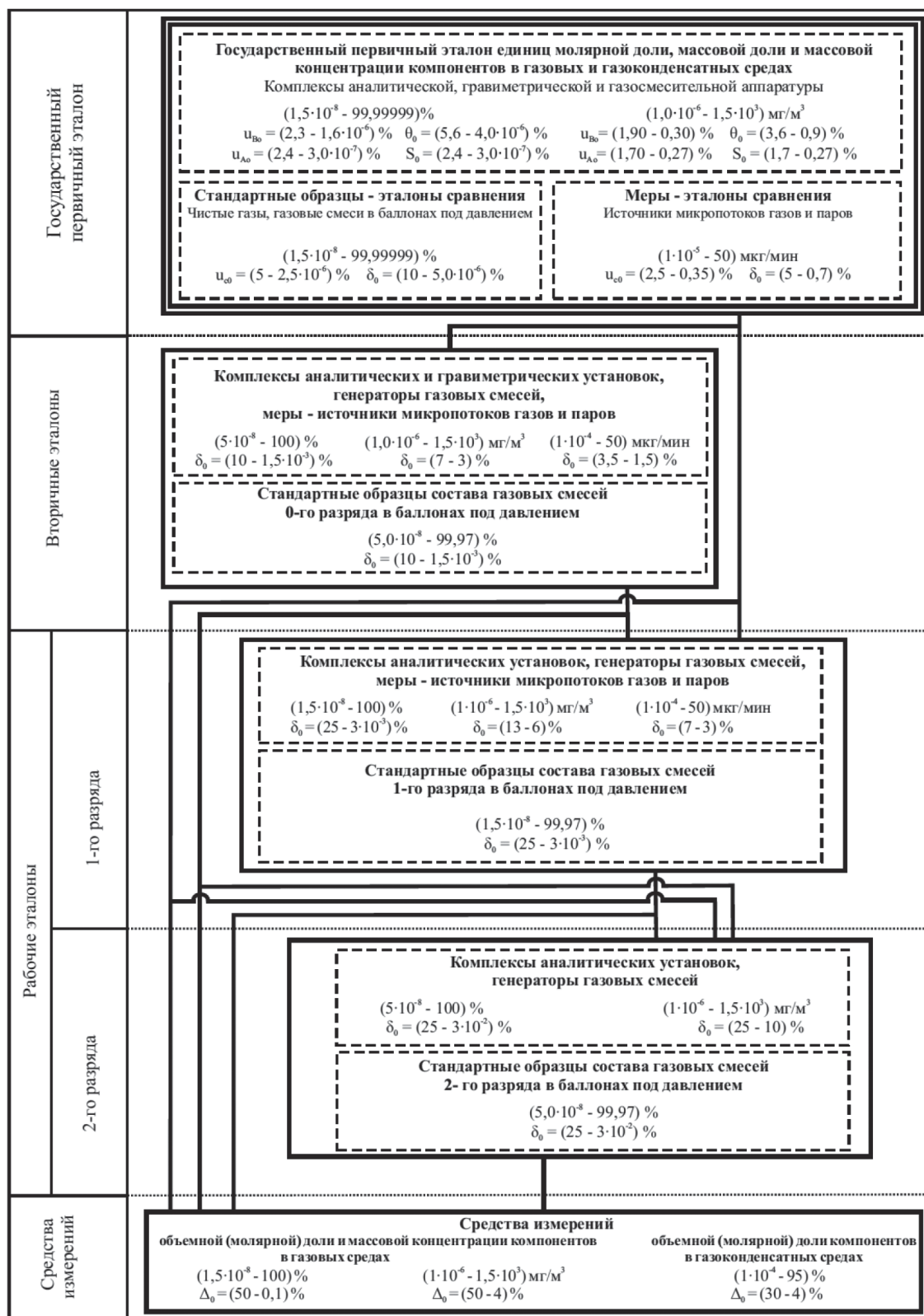


Рис. 1. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых и газоконденсатных средах

Fig. 1. State verification chain of measuring instrument for component content in gas and gas-condensate environs

Таблица 1. Метрологические характеристики новых комплексов и установок, включенных в состав ГЭТ 154

Table 1. Metrological characteristics of new complexes and installations included into GET 154

Новые комплексы и установки в составе ГЭТ 154	Определяемые компоненты	Диапазон измерений молярной (массовой) доли (массовой концентрации)	Относительная стандартная неопределенность типа А, %	Относительная стандартная неопределенность типа В, %	Относительная расширенная неопределенность (при коэффициенте охвата $k=2$), %
Установка на базе электрохимических газоанализаторов «Delta F310-H0050M» и «Delta F-310E-S10000»	O ₂	$5,0 \cdot 10^{-7}$ –1,0 %	4,4–0,3	3,2–0,2	10–0,7
Установка на базе газового хроматографа «МАЭСТРО ГХ»	CO, CO ₂ , CH ₄	$5,0 \cdot 10^{-6}$ –0,010 %	2,0–0,4	1,8–0,3	5,5–1,0
Установка на базе газового хроматографа «ServoProCHROMA»	N ₂	$1,0 \cdot 10^{-5}$ – $1,0 \cdot 10^{-3}$ %	2,6–0,3	2,2–0,4	7–1,0
Установка на базе газового хроматографа «ServoProPLASMA»	N ₂	$1,0 \cdot 10^{-3}$ – $1,0 \cdot 10^{-2}$ %	0,6	0,5	1,5
Установка на базе газового хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000» с автосемплером и анализатора плотности жидкости DMA 5000M (чистый этанол, водные растворы этанола)	C ₂ H ₅ OH	Массовая доля (0,010–99,99) % Массовая концентрация (0,10–6,0) мг/см ³	0,20–3,0 · 10 ⁻³ 0,20–0,10	0,15–4,0 · 10 ⁻³ 0,15–0,11	0,5–0,010 0,5–0,3
Комплект очистителей Entegris в составе газосмесительной установки	Ar, H ₂ , O ₂ , CO, CO ₂ , CH ₄	$1,0 \cdot 10^{-7}$ – $5,0 \cdot 10^{-5}$ % ниже предела детектирования	4,4–0,8	3,2–0,6	10–2,0
Установка на базе газового хроматографа «Кристалл 5000.2» (метанол в углеводородных газовых смесях)	CH ₃ OH	0,001–0,05	1,8–0,6	1,7–0,8	5–2,0

Продолжение табл. 1
Table 1 continuation

Новые комплексы и установки в составе ГЭТ 154	Определяемые компоненты	Диапазон измерений молярной (массовой) доли (массовой концентрации)	Относительная стандартная неопределенность типа A, %	Относительная стандартная неопределенность типа B, %	Относительная расширенная неопределенность (при коэффициенте охвата k=2), %
Комплекс для измерения массовой концентрации горючих и взрывоопасных компонентов в газовых смесях	предельные углеводороды ряда C ₅ –C ₁₃ , ароматические углеводороды (бензол, толуол, стирол и др.), спирты (метанол, этанол и др.), кетоны и др.	массовая концентрация в пересчете на дозрывоопасную концентрацию 1,5 · 10 ³ –2,0 · 10 ⁵ мг/м ³ (5–50 % НКПР)	0,55	0,50	1,5
Комплекс для измерения молярной доли ¹² CO ₂ и ¹³ CO ₂ и соотношения изотопов в газовых смесях	¹² CO ₂ ¹³ CO ₂ δ ¹³ C _{VDPB}	0,010–99 % 0,00010–1,10 % минус 4–минус 55 ‰	0,05 0,05 0,10–1,2	0,98 0,48 0,17–2,2	2,0 1,0 0,4–5,0
Комплекс для измерения молярной доли и массовой концентрации этанола в газовых и парогазовых смесях	C ₂ H ₅ OH	0,0020–0,10 %	0,24–0,09	0,18–0,08	0,6–0,24
Установка на базе газоанализаторов ОАС 3757 моделей 2, 6, 8	NO, NO ₂ , NH ₃ , H ₂ S, SO ₂ ,	1,0 · 10 ⁻⁴ –5,0 %	0,4–0,10	0,3–0,07	1,0–0,2

первичного эталона, которая обеспечивает выполнение полного технологического цикла изготовления газовых смесей-эталонов сравнения: от обработки заявки на изготовление газовой смеси до формирования печатной формы протоколов измерений.

Кроме того, ИС предоставляет возможность проведения метрологического контроля функционирования всего эталонного комплекса: сличений измерительной аппаратуры, входящей в состав ГЭТ 154, контроля стабильности газовых смесей. Техническая архитектура ИС представлена на рис. 2.

В процессе совершенствования проведена реструктуризация состава первичного эталона. Новый состав эталона показан на рис. 3.

Метрологические характеристики усовершенствованного эталона приведены в табл. 2.

На международном уровне по своим характеристикам эталон ГЭТ 154 нового поколения как минимум сопоставим с аналогичными эталонами ведущих стран мира (табл. 3).

Таким образом, обеспечено участие РФ в новых международных ключевых сличениях и создана основа

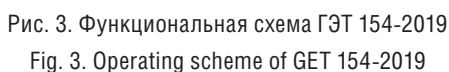
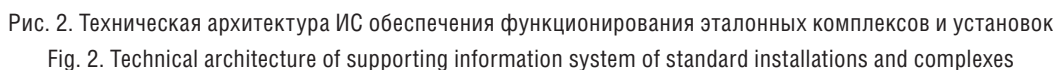


Таблица 2. Метрологические характеристики Государственного первичного эталона единиц молярной доли, массовой доли и массовой концентрации компонентов в газовых и газоконденсатных средах ГЭТ 154-2019

Table 2. Metrological characteristics of State primary standard of units of molar fracture, mass fracture and mass concentration of components in gas and gas-condensate environs GET 154-2019

Наименование физической величины, диапазон измерений	Относительное СКО, %	Относительная неисключенная систематическая погрешность, %	Относительная стандартная неопределенность, %		Относительная расширенная неопределенность (при коэффициенте охвата $k=2$), %
			по типу А	по типу В	
Молярная доля компонентов в: – чистых газах и веществах, – газовых смесях, – газоконденсатных смесях; $1,5 \cdot 10^{-8}$ –99,99999 %	$2,4$ – $3,0 \cdot 10^{-7}$ при $n^*=10$	$4,4$ – $3,0 \cdot 10^{-6}$	$2,4$ – $3,0 \cdot 10^{-7}$	$2,3$ – $1,6 \cdot 10^{-6}$	$6,6$ – $3,3 \cdot 10^{-6}$
Массовая доля основного вещества в чистом этаноле и водных растворах этанола $0,010$ –99,99 %	$0,20$ – $3,0 \cdot 10^{-3}$ при $n=10$	$0,29$ – $7,6 \cdot 10^{-3}$	$0,20$ – $3,0 \cdot 10^{-3}$	$0,15$ – $4,0 \cdot 10^{-3}$	$0,5$ – $0,010$
Массовая концентрация компонентов в газовых смесях $1,0 \cdot 10^{-6}$ – $2,0 \cdot 10^5$ мг/м ³	$1,2$ – $0,27$ при $n=15$	$2,5$ – $0,57$	$1,2$ – $0,27$	$1,3$ – $0,30$	$3,5$ – $0,8$
Массовая концентрация этанола в водных растворах $0,10$ – $6,0$ мг/см ³	$0,20$ – $0,10$ при $n=10$	$0,29$ – $0,21$	$0,20$ – $0,10$	$0,15$ – $0,11$	$0,5$ – $0,3$

* n – число измерений

Таблица 3. Основные метрологические характеристики национальных эталонов в области газового анализа

Table 3. Main metrological characteristics of national standards in the field of gas analysis

Национальный метрологический центр/ Страна	Основные метрологические характеристики	
	Относительная расширенная неопределенность, %	Диапазон молярной доли, %
ВНИИМ им. Д. И. Менделеева/РФ	$6,6$ – $0,05$	$1,5 \cdot 10^{-8}$ –99,99999
NIST/США	10 – $0,2$	$1,0 \cdot 10^{-8}$ –99,99999
ВАМ/ФРГ	8 – $0,25$	$3,0 \cdot 10^{-7}$ –99,99999
NPL/Великобритания	10 – $0,04$	$1,0 \cdot 10^{-7}$ –99,99999

для расширения калибровочных и измерительных возможностей РФ.

С конца прошлого века эталоны ГЭТ 154 разного поколения регулярно участвуют в международных ключевых сличениях CCQM, общее число таких сличений к 2019 г. – 58. В табл. 4 приведен перечень сличений CCQM и других региональных метрологических организаций за последние 5 лет, в которых принимал участие ГЭТ 154.

Официальные результаты некоторых сличений приведены на рис. 4–6 [3–5].

По результатам ключевых сличений эталонов формируется международная база данных (KCDB) калибровочных и измерительных возможностей (СМС) стран в той или иной области измерений в виде отдельных строк. На сентябрь 2020 г. количество строк СМС в базе данных для измерений, реализуемых ГЭТ 154, составляет 471, что свидетельствует о том, что РФ в области газового анализа занимает одну из ведущих позиций в мире.

В стратегии развития работ CCQM BIPM до 2025 г. в области газового анализа планируются сличения по таким измерительным объектам, как парниковые

Таблица 4. Перечень международных сличений с участием ГЭТ 154 за последние 5 лет
Table 4. List of international comparisons with GET 154 usage for the last 5 years

Обозначение сличений	Наименование сличений
CCQM-K26.b.2019	SO ₂ в воздухе
CCQM-K150	Счетная концентрация частиц в воздухе
CCQM-K164	Качество водородного топлива
CCQM-K68.2019	Оксид азота (I) в воздухе на уровне окружающей среды
CCQM-K165	Диметилсульфид в азоте
CCQM-K90	Формальдегид в азоте
CCQM-K116	Пары воды в азоте
CCQM-K119	Сжиженный нефтяной газ
CCQM-K137	Оксид азота (II) в азоте
CCQM-K74.2018	Оксид азота (IV) в азоте
CCQM-K120	CO ₂ в воздухе на атмосферном уровне
CCQM-K171	CO в азоте
COOMET.QM-K120	CO ₂ в воздухе
COOMET.QM-S3.2015	CO в азоте
CCQM-K117	Аммиак в азоте
CCQM-K118	Природный газ
CCQM-K41.2017	H ₂ S в азоте, 10 ppm (повторное сличение)

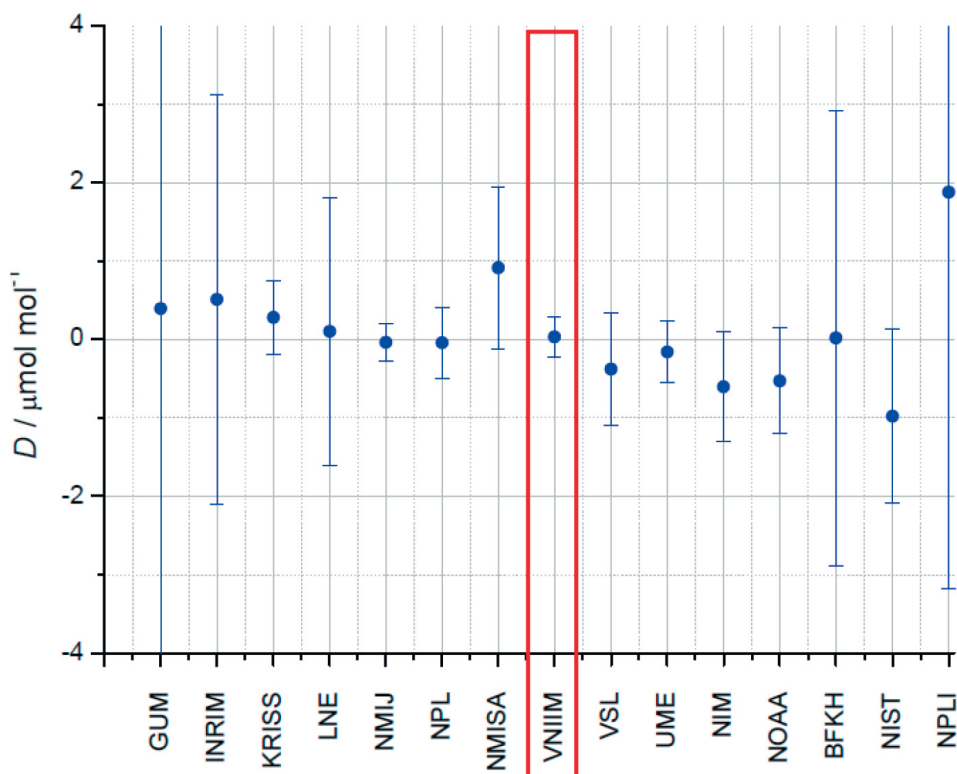


Рис. 4. CCQM-K120a. CO₂ в воздухе на атмосферном уровне. Степени эквивалентности

Fig. 4. CCQM-K120a. CO₂ at background and urban level. Degrees of equivalency

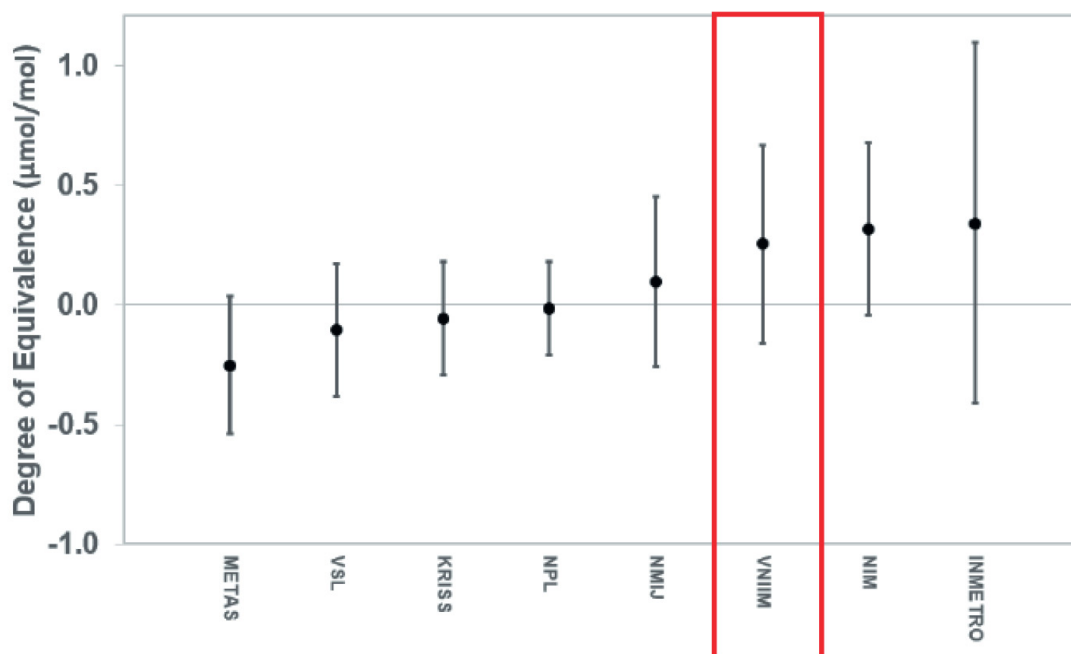


Рис. 5. CCQM-K116. Пары воды в азоте. Степени эквивалентности

Fig. 5. CCQM-K116. Water vapour in nitrogen. Degrees of equivalency

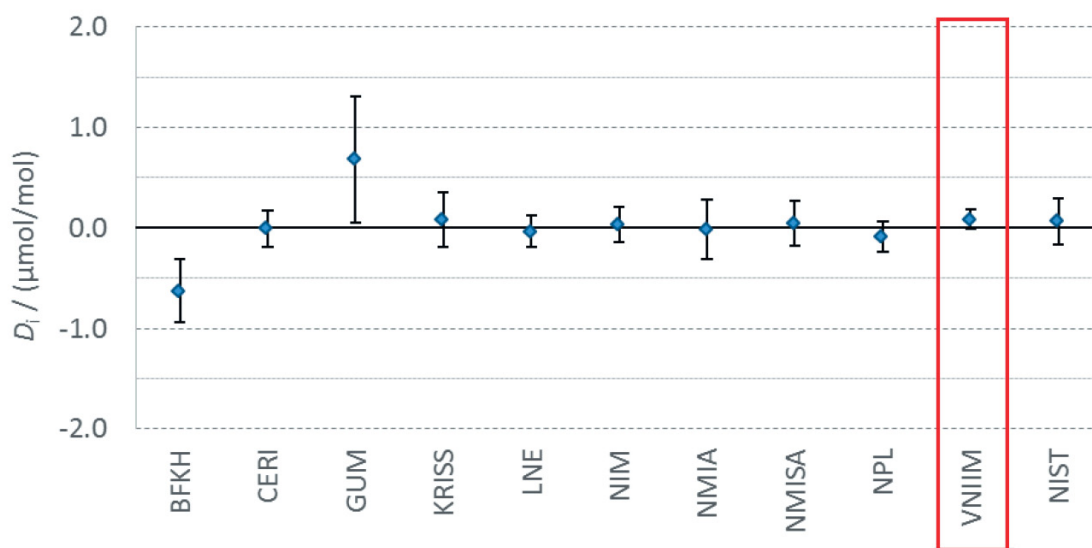


Рис. 6. CCQM-K137 NO в азоте, 30–70 ppm. Степени эквивалентности

Fig. 6. CCQM-K137 NO in nitrogen, 30–70 ppm. Degrees of equivalency

газы, озон и химически активные газы на атмосферном уровне, природный газ, нефтезаводские газы, летучие органические компоненты в азоте и воздухе, судебно-медицинские газы, бинарные и многокомпонентные газовые смеси, соответствующие составу выбросов, чистые газы с анализом примесей, гравиметрические

газовые смеси; динамическое приготовление газовых смесей, медицинские газы. Характеристики усовершенствованного ГЭТ 154 последнего поколения позволяют продолжить практику активного участия ВНИИМ им. Д. И. Менделеева в сличениях по перечисленным выше измерительным объектам.

Выводы

1. Проведена работа по глубокой модернизации ГЭТ 154, с включением в его состав нового высокоточного измерительного оборудования, что позволило расширить его применение для обеспечения прослеживаемости результатов измерений для новых типов измерительных задач и улучшить метрологические характеристики.

2. По метрологическим характеристикам эталон ГЭТ 154 нового поколения сопоставим с характеристиками аналогичных эталонов ведущих стран мира.

3. Проведенная работа по совершенствованию эталона ГЭТ 154 позволяет успешно решать как приоритетные задачи анализа газов, сформулированные

международным метрологическим сообществом, так и актуальные измерительные задачи в отечественной практике газоаналитических измерений.

4. В 2020 г. проводится работа по переутверждению государственной поверочной схемы для ГЭТ 154-2019 с учетом результатов работ по его совершенствованию.

Вклад соавторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Автор Конопелько Л. А. является членом редакционного совета журнала «Эталоны. Стандартные образцы».

ЛИТЕРАТУРА

1. МИ 2001–89 Рекомендации. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах. М.: Издательство стандартов, 1990.
2. ГОСТ 8.578-2014 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах. М.: Стандартинформ, 2019.
3. CCQM-K120 Carbon dioxide at background and urban level / E. Flores et al. // Metrologia. 2019. Vol. 56. No.1A. 08001. URL: <https://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08001>.
4. International comparison CCQM-K116: 10 µmol mol⁻¹ water vapour in nitrogen / P. J. Brewer et al. // Metrologia. 2018. Vol.55. no.1A. 08018. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/55/1A/08018>.
5. CCQM-K137, nitrogen monoxide (NO) in nitrogen / J. Viallon et al. // Metrologia. 2020. Vol. 57, no.1A, 08001. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/57/1A/08001>.

REFERENCE

1. MI 2001–89 Recommendations. GSE. State verification scheme for measuring instruments for the content of components in gas environs. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 1990. (In Russ.).
2. GOST 8.578-2014 State verification scheme for measuring instruments for the content of components in gas environs. Moscow, Standartinform, 2019. (In Russ.).
3. Flores E. et al. CCQM-K120 Carbon dioxide at background and urban level. Metrologia. 2019;56(1A):08001. <http://doi.org/10.1088/0026-1394/56/1A/08001>.
4. Brewer P. J. et al. International comparison CCQM-K116: 10 µmol mol⁻¹ water vapour in nitrogen. Metrologia. 2018;55(1A):08018. DOI: 10.1088/0026-1394/55/1A/08018.
5. Viallon J. et al. CCQM-K137, nitrogen monoxide (NO) in nitrogen. Metrologia. 2020;57(1A):08001. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/57/1A/08001>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Колобова Анна Викторовна – канд. техн. наук, и. о. руководителя научно-исследовательского отдела государственных эталонов в области физико-химических измерений ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
e-mail: akol@b10.vniim.ru
ORCID: 0000-0001-6042-6933

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna V. Kolobova – PhD (Engineering), acting head of the Research Department of State Standards in the field of Physical and Chemical Measurements D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM). 19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: akol@b10.vniim.ru
ORCID: 0000-0001-6042-6933

Конопелько Леонид Алексеевич – доктор технических наук, профессор, кафедры «Теоретическая и прикладная метрология» ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
e-mail: fhi@b10.vniim.ru
ORCID: 0000-0002-4942-8329

Попов Олег Гаврилович – канд. хим. наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела государственных эталонов в области физико-химических измерений ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
e-mail: ogp@b10.vniim.ru
ORCID: 0000-0001-8098-8503

Leonid A. Konopelko – D. Sc. (Engineering), Professor, D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM). 19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: fhi@b10.vniim.ru
ORCID: 0000-0002-4942-8329

Oleg G. Popov – PhD (Chem.), Senior Scientist, Research Department of State Standards in the fields of Physical and Chemical Measurements D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM). 19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: ogp@b10.vniim.ru
ORCID: 0000-0001-8098-8503

■ СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ / REFERENCE MATERIALS

DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-37-51

УДК 547.620.11:006.91:53.089.68

РАЗРАБОТКА ПЕРВИЧНОЙ РЕФЕРЕНТНОЙ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ И СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ МАССОВОЙ ДОЛИ СЫРОГО ЖИРА (МАСЛИЧНОСТИ) В СЕМЕНАХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР И ПРОДУКТАХ НА ИХ ОСНОВЕ

© А. С. Сергеева, Е. Г. Парфенова, О. С. Голынец

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
 ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»
 (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»), г. Екатеринбург, Россия
 e-mail: sergeevaas@uniim.ru
 ORCID: 0000-0001-8347-2633

Поступила в редакцию – 02 июля 2020 г., после доработки – 03 сентября 2020 г.
 Принята к публикации – 30 сентября 2020 г.

Статья посвящена разработке метрологического обеспечения измерений массовой доли сырого жира (масличности), который является трудноописываемым и обобщенным показателем качества семян масличных культур и продуктов на их основе, зерна зерновых и зернобобовых культур, кормов и кормовых компонентов. Результаты измерений данного показателя зависят от условий анализа и матрицы испытываемых проб. Проблема обеспечения сопоставимости результатов измерений может быть решена путем разработки первичной референтной методики измерений (далее – ПРМИ), а также соответствующих стандартных образцов для передачи единицы результатам рутинных измерений.

В основу ПРМИ положен улучшенный метод экстракции – метод Рэндалла, заключающийся в количественной экстракции свободного и химически или механически связанного жира из проб продукта с его последующим взвешиванием. Разработка ПРМИ включала оптимизацию параметров измерений с определением возможных пределов их варьирования, а также оценку составляющих неопределенности измерений с учетом вкладов, связанных с влиянием на результаты измерений применяемого оборудования и реактивов, уравнения измерений, методических факторов, неоднородности материала проб. Расширенная неопределенность результатов измерений массовой доли сырого жира (масличности) при коэффициенте охвата $k=2$ составила 0,15 %, что обеспечивает запас по точности разработанной ПРМИ по отношению к стандартизованным методикам измерений от 2,7 до 13,3 раз.

Сравнение результатов измерений массовой доли сырого жира (масличности) в семенах подсолнечника, сои, рапса, горчицы и льна по ПРМИ и ГОСТ 10857–64, ГОСТ 32749–2014, ГОСТ 8.597–2010 подтвердило отсутствие смещения результатов по ПРМИ по сравнению с результатами рутинных методов. Разработанная

Ссылка при цитировании:

Сергеева А. С., Парфенова Е. Г., Голынец О. С. Разработка первичной референтной методики измерений и стандартных образцов массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16. № 3. С. 37–51. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-37-51.

For citation:

Sergeeva A. S., Parfenova E. G., Golynets O. S. Development of primary reference measurement procedure and reference materials for mass fraction of crude fat (oil content) in oilseeds and other products on their base. *Measurement standards. Reference materials*. 2020;16(3): 37–51. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-37-51 (In Russ.).

ПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе (ФР.ПР1.31.2019.00009) совместно с ПРМИ массовой доли золы в пищевых продуктах и продовольственном сырье (ФР.ПР1.31.2018.00002), государственными эталонами единиц величин ГЭТ 173-2017, ГВЭТ 176-1-2010 была использована для характеристики 14 типов стандартных образцов: ГСО 11268–2019/ ГСО 11270–2019; ГСО 11279–2019 / ГСО 11283–2019; ГСО 11284–2019 / ГСО 11289–2019.

Ключевые слова: первичная референтная методика измерений, комбикорма, масличные культуры, массовая доля сырого жира, масличность, метод Рэндалла, стандартные образцы

DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-37-51

DEVELOPMENT OF PRIMARY REFERENCE MEASUREMENT PROCEDURE AND REFERENCE MATERIALS FOR MASS FRACTION OF CRUDE FAT (OIL CONTENT) IN OILSEEDS AND OTHER PRODUCTS ON THEIR BASE

© Anna S. Sergeeva, Elena G. Parfenova, Olga S. Golynets

UNIIM – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev Institute for Metrology, Ekaterinburg, Russia
e-mail: sergeevaas@uniim.ru
ORCID: 0000-0001-8347-2633

Received – 02 July, 2020. Revised – 03 September, 2020.
Accepted for publication – 30 September, 2020.

The article is devoted to development of metrological support for measurements of mass fraction of crude fat (oil content) value which is hard to explain and generalised quality value of oilseeds and produced on their oilseeds residues, cereals and pulses, foodstuff and its components. Results of this value measurement depend on conditions of analysis and testing samples matrix. The problem of insuring of the results compossibility can be solved by the development of primary reference measurement procedure (PRMP) as well as development of related reference materials for transfer of the units to the results of routine measurements.

As the basic method was taken modified extractive method – Randall's method of quantitative extraction of free and chemical or mechanical bound fat from product samples followed by measurement. Development of PRMP included the optimisation of the parameters of the measurement of the possible limits of their variation, as well as evaluating components of the uncertainty of measurement taking into account contributions related to influence on the measurement results of the applied equipment and reagents, equations, measurement, methodological factors, the heterogeneity of samples. The extended uncertainty of the measurement results of the mass fraction of crude fat (oil content) at the coverage coefficient $k=2$ was 0.15 %, providing a margin of accuracy of the developed PRMP concerning standardised measurement methods from 2.7 to 13.3 times.

Comparisons of measurement results of crude fat mass fraction (oil content) in the seeds of: sunflower, soy, rape plant, mustard, flax by PRMP and GOST 10857–64, GOST 32749–2014, GOST 8.597-2010 vindicated the absence of result biases according to PRMP in compare with the routine methods results. Developed PRMP for crude fat (oil content) mass fraction in oilseeds and other products on their base (FR.PR1.31.2019.00009) together with PRMP for mass fraction of ash in nutritive products and food ingredients (FR.PR1.31.2018.00002), and state standards for system of units GET 173-2017, GVET 176-1-2010 was used for characterisation of 14 types of reference materials such as GSO 11268–2019/ GSO 11270–2019; GSO 11279–2019/ GSO 11283–2019; GSO 11284–2019/ GSO 11289–2019.

Keywords: primary reference measurement procedure, foodstuff compound, oilseed crop, crude fat mass fraction, oil content, Randall's method, reference materials

Введение

Массовая доля сырого жира (масличность) – главный показатель продуктивности семян масличных культур [1]. Содержание сырого жира подлежит контролю при оценке качества кормов и кормовых компонентов [2, 3], зерна зерновых и зернобобовых культур [4, 5], сырья для производства продуктов питания для детей раннего возраста, беременных и кормящих женщин, диетического лечебного и диетического профилактического питания [6, 7].

Существуют различные методы определения содержания сырого жира (масличности), которые делят на две группы. Методы первой группы основаны на способности жиров, основой которых являются глицериды жирных кислот, растворяться в органических растворителях. Сначала жир переводят в органическую фазу, а затем определяют его количество в экстракте гравиметрическим [8, 9] или другим способом, например, рефрактометрией [10], хроматографией [11]. При использовании данных методов глицериды при извлечении из тканей вследствие взаимной растворимости жиров увлекают за собой другие соединения: органические кислоты, фосфатиды, стерин, эфирные масла, воскообразные вещества, смолы, альдегиды, кетоны, красящие вещества. Отсюда наименование данного показателя – сырой жир, который в случае масличных семян с преобладающим содержанием триглицеридов заменяют на термин «масличность». Таким образом, содержание сырого жира (масличность) является «трудноописываемым» или «трудноформализуемым» показателем. Во-первых, измеренное значение зависит от условий экстракции [12]. Во-вторых, сочетание и пропорции соединений, входящих в состав жира, могут сильно варьироваться в зависимости от анализируемой пробы [13]. В-третьих, ни один существующий эталон в области физико-химического анализа не может передавать единицу при определении содержания сырого жира (масличности).

Ко второй группе относятся методы, которые позволяют определять содержание жира непосредственно в объекте, например, метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР) [14], ИК спектроскопия [15]. Методы второй группы реализованы в экспрессных анализаторах качества продукции и продовольственного сырья. Они требуют построения градуировочной зависимости с использованием образцов, содержание сырого жира (масличности) измерено гравиметрическим методом. Вместе с тем результаты измерений, полученные гравиметрическим методом, как это было указано выше, напрямую зависят от условий экстракции (свойства растворителя, температура, продолжительность

экстракции и т. п.), которые должны быть оптимизированы в процессе разработки методики измерений. Таким образом, для обеспечения сопоставимости результатов измерений содержания сырого жира (масличности) при анализе пищевых продуктов и продовольственного сырья актуальным является создание первичной референтной методики измерений (ПРМИ), которая позволяет получать результаты измерений без их прослеживаемости [16]. Поскольку согласно [17] применение ПРМИ возможно на одном комплекте оборудования у единственного юридического лица, то для передачи единицы величины сырого жира (масличности) результатам рутинных измерений необходима также разработка соответствующих стандартных образцов (СО). Настоящая статья посвящена результатам разработки ПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе и ее применения для характеристики СО.

Экспериментальная часть

Описание метода измерений и оборудования

В основу ПРМИ положен улучшенный метод экстракции – метод Рэндалла [9]. Суть метода заключается в количественной экстракции свободного и химически или механически связанного жира из проб продукта с его последующим взвешиванием.

Вспомогательное оборудование для подготовки проб включало размалывающее устройство, мельницу ножевую с охлаждением рабочей камеры, полуавтоматический вибрационный ситовой шейкер с комплектом сит, делитель проб.

При проведении измерений использовали экстракционную аппарат SER148/6 (VELP SCIENTIFICA, Италия), сушильный шкаф Binder FED-115 (WTB Binder, Германия), весы лабораторные электронные LE225D (Sartorius AG, Германия).

Массовая доля сырого жира (масличность), W_F , %, в испытуемой пробе рассчитывается по формуле

$$W_F = \frac{m_{\text{стакан+жир}} - m_{\text{стакан}} - m_{\text{стакан+жир,0}} + m_{\text{нав}} + m_{\text{стакан,0}}}{m_{\text{нав}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $m_{\text{стакан+жир}}$ – масса стакана с экстрагированным жиром, г;

$m_{\text{стакан}}$ – масса стакана, г;

$m_{\text{стакан+жир,0}}$ – масса стакана с экстрагированным жиром при контрольном измерении, г;

$m_{\text{стакан},0}$ – масса стакана при контрольном измерении, г;

$m_{\text{нав}}$ – масса навески, г.

Порядок подготовки проб

Образцами для исследования при разработке ПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) являлись пробы семян масличных культур и продуктов на их основе, зерна зерновых и зернобобовых культур, комбикормов и кормовых компонентов, стандартные образцы утвержденного типа состава зерна и продуктов его переработки ГСО 9734–2010 [18]. Пробы очищали от инородных минеральных и органических включений, тщательно перемешивали и измельчали. Перед измельчением проб ступку или стакан мельницы лабораторной предварительно промасливали путем измельчения и последующего отбрасывания небольшого количества пробы, взятой из того же образца.

Пробы зерна зерновых и зернобобовых культур непосредственно перед измерением измельчали на мельнице лабораторной до полного прохождения через сито с ячейками размером 200 мкм и снова тщательно перемешивали. Семена подсолнечника измельчали на мельнице лабораторной или в ступке до такой степени, пока ядро не превращалось в муку, а лузга не принимала вид частиц длиной не более $\frac{1}{4}$ длины семени; соевые семена измельчали до прохода частиц через сито с ячейками размером 200 мкм. Семена остальных масличных культур измельчали до однородного состояния. Пробы комбикорма и кормовых компонентов измельчали на мельнице лабораторной до прохода частиц через сито с ячейками размерами 200 мкм (для проб шротов,

жмыхов), 1 мм (для проб комбикорма). Трудно измельчаемые остатки (лузгу, шелуху и т. д.) измельчали ножами, растирали в фарфоровой ступке, присоединяли к измельченной на мельнице пробе и тщательно перемешивали.

Порядок выполнения измерений

К гильзам, содержащим взвешенные навески продуктов, присоединяли адаптеры и вводили в держатели экстракционного аппарата SER148/6. В экстракционные стаканы с кипелками наливали н-гексан. Стаканы с н-гексаном устанавливали на плитку экстракционного аппарата. Экстракционный аппарат герметизировали, включали, запускали подачу охлаждающей воды. Устанавливали параметры: температура экстракции, время экстракции, время промывки, время регенерации растворителя. По окончании экстракции прибор выключали, снимали стаканы с экстрактом. Далее стаканы с экстрактом высушивали в сушильном шкафу, охлаждали в эксикаторе и взвешивали.

Результаты и их обсуждение

Выбор параметров экстракции

При выборе параметров измерений были учтены режимы измерений, установленные как в национальных, так и международных стандартах на методы измерений данной величины.

Результаты экспериментальных исследований при выборе времени экстракции при разработке ПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) на примере проб зерна пшеницы и семян подсолнечника представлены на рис. 1–2. При выборе времени экстракции

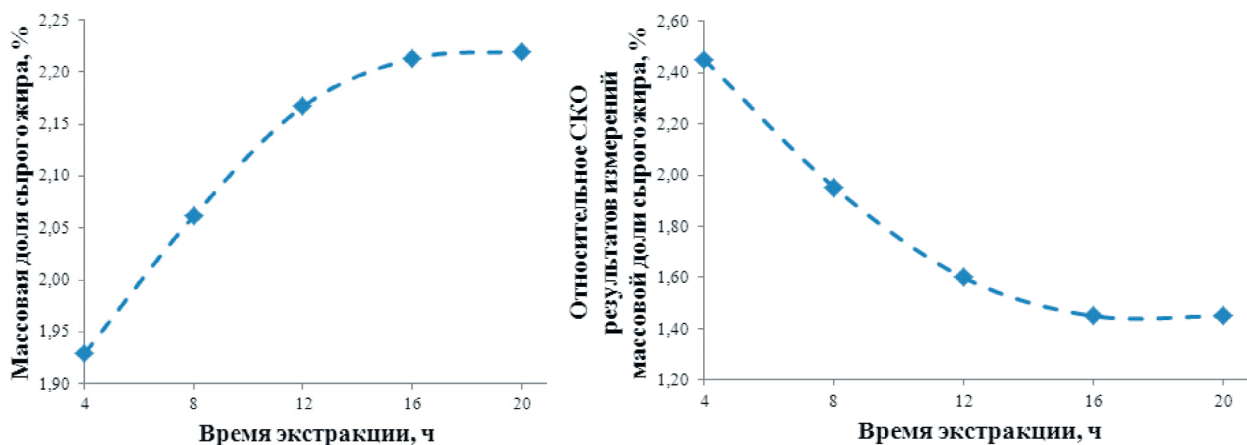


Рис. 1. Результаты варьирования времени экстракции для проб зерна пшеницы: а) критерий – полнота экстракции; б) критерий – минимальное СКО

Fig. 1. Results of time extraction variation for wheat seeds samples: а) criteria – fulness of extraction; б) criteria – minimal mean-square deviation

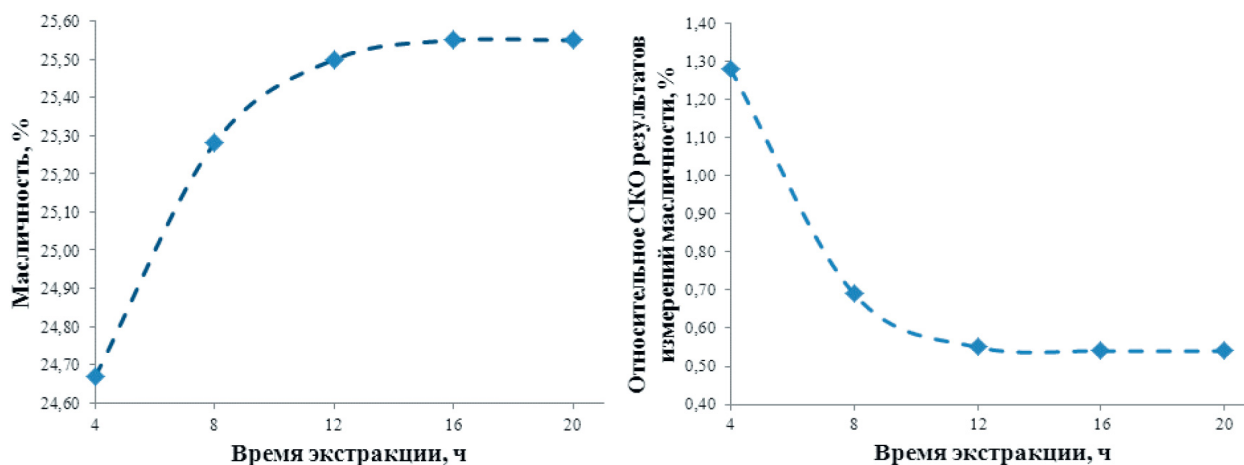


Рис. 2. Результаты варьирования времени экстракции для проб семян подсолнечника:

а) критерий – полнота экстракции; б) критерий – минимальное СКО

Fig. 2. Results of time extraction variation for sunflower seeds samples:

a) criteria – fulness of extraction; b) criteria – minimal mean-square deviation

было использовано два критерия: полнота экстракции и минимальное относительное среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений.

В табл. 1 представлены результаты измерений массовой доли сырого жира (масличности) для проб различных объектов при временах экстракции 4 и 16 часов соответственно. Относительное расхождение между полученными результатами варьируется от 1,1 % до 21,7 %.

Выбранное время экстракции при определении массовой доли сырого жира (масличности) составило 16 часов.

Выбор массы навески

Масса навески, отбираемой для измерений, зависит от предполагаемого содержания сырого жира (масличности) в испытуемой пробе. Чем меньше жира содержится в продукте, тем больше должна быть навеска. И наоборот, чем больше содержание жира, тем навеска должна быть меньше. Величина навески ограничена сверху параметрами используемых гильз. Кроме того, большая масса обуславливает увеличение времени экстракции. Вместе с тем отбор слишком маленькой навески приведет к увеличению погрешности (неопределенности) результатов измерений.

Таблица 1. Результаты измерений массовой доли сырого жира (масличности) для проб различных объектов при временах экстракции 4 и 16 часов

Table 1. Results of measurement of crude fat (oil content) mass fraction for various objects samples in 4 and 16 hours of extraction

Объект измерений	Результаты измерений массовой доли сырого жира (масличности), %		Относительное расхождение, %
	$t_{\text{экст}}=4 \text{ ч}$	$t_{\text{экст}}=16 \text{ ч}$	
Зерно пшеницы	1,93	2,21	12,8
Комбикорм для кур	2,72	2,83	3,9
Семена подсолнечника 1	28,70	31,50	8,9
Семена подсолнечника 2	24,67	25,55	3,1
Семена сои	21,84	22,59	3,3
Семена горчицы	25,11	29,09	13,7
Жмых рапса	9,61	9,72	1,1
Шрот рапса	2,95	3,77	21,7

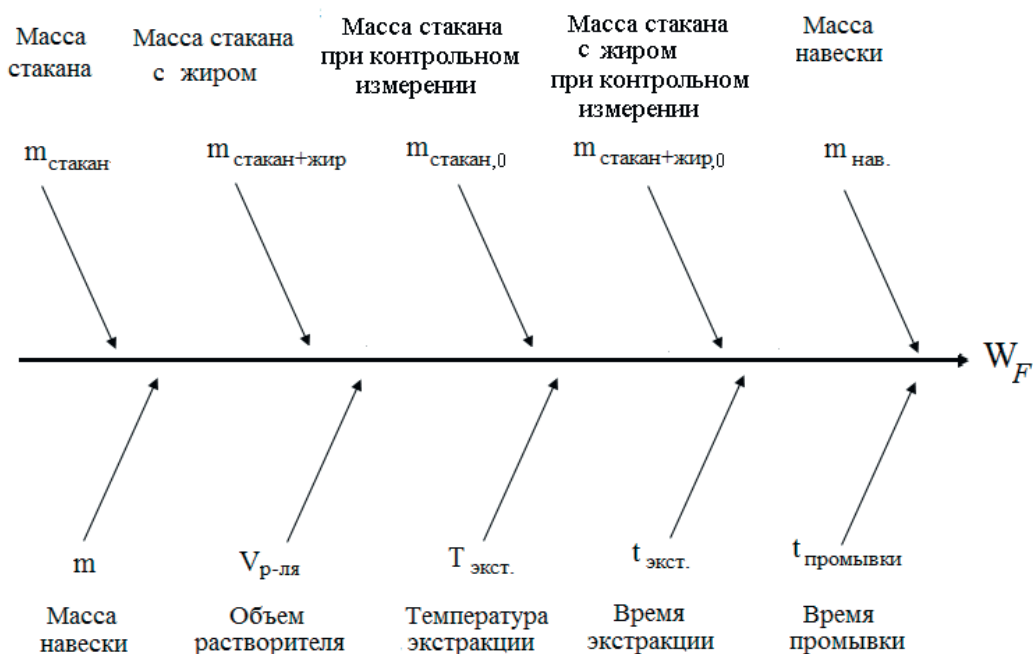


Рис. 4. Источники неопределенности при реализации метода Рэндалла

Fig. 4. Sources of uncertainty at Randall's method realisation

Исходные данные для многофакторного эксперимента и полученные значения коэффициентов влияния приведены в табл. 2.

В ходе исследования было получено, что повышение точности применяемого оборудования, а также степени гомогенизации при подготовке проб не приводят к дальнейшему повышению точности в связи

с неоднородностью материала исследуемых проб. Вклад неоднородности в суммарную неопределенность результатов измерения, оцененный с использованием модели гетерогенного материала [22], представлен на рис. 5. Бюджет неопределенности результатов измерений массовой доли сырого жира (масличности) в пробах семян подсолнечника представлен в табл. 3.

Таблица 2. Параметры варьирования при проведении многофакторного эксперимента для проб семян подсолнечника с массовой долей сырого жира (масличности) 25,6 %

Table 2. Parameters of variation at carrying of multifactorial testing for sunflower seeds samples. Crude fat (oil content) mass fraction – 25.6 %

Фактор влияния	X_0	Величина варьирования	X_+	X_-	Коэффициент влияния
Масса навески, г	2,5	0,5	3,0	2,0	0,0004
Объем гексана, см ³	60	5	65	55	0,0002
Температура экстракции, °C	130	5	135	125	0,0073
Время экстракции, мин.	960	120	1080	840	0,0052
Время промывки, мин.	180	30	210	150	0,0011

Обозначения в таблице:

X_0 – оптимальное значение фактора;

X_+ , X_- – максимальное и минимальное значение фактора соответственно.

Таблица 3. Бюджет неопределенности результатов измерений массовой доли сырого жира (масличности) в пробах семян подсолнечника

Table 3. Uncertainty budget of the results of crude fat mass fraction (oil content) measurement in sunflower seeds

Источник	Оценка	Ед. изм.	u_i	Козф. чувств. c_i	Закон распр.	Число степ. свободы, ν_i	$c_i u_i$	$c_i^2 u_i^2$
Прецизионность	25,634	%	0,062	1	N	4	$6,2 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$
$m_{\text{стакан+жир}}$	73,79248	г	$3,0 \cdot 10^{-5}$	40,0	R	∞	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
$m_{\text{стакан}}$	73,14882	г	$3,0 \cdot 10^{-5}$	-40,0	R	∞	$-1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
$m_{\text{стакан+жир},0}$	73,10890	г	$3,0 \cdot 10^{-5}$	-40,0	R	∞	$-1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
$m_{\text{стакан},0}$	73,10610	г	$3,0 \cdot 10^{-5}$	40,0	R	∞	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
$m_{\text{нав}}$	2,50006	г	$3,0 \cdot 10^{-5}$	-10,3	R	∞	$-3,1 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-8}$
$m_{\text{продукта}}$	2,50	г	0,29	0,0004	N	8	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-8}$
$V_{\text{р-ля}}$	60,0	см ³	2,9	0,0002	N	8	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-7}$
$T_{\text{кип}}$	130,0	°C	2,9	0,0073	N	8	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$
$t_{\text{экст}}$	960,0	мин	2,9	0,0052	N	8	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$
$t_{\text{промывки}}$	180,0	мин	2,9	0,0011	N	8	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Стандартная неопределенность типа А, u_A , %								0,062
Стандартная неопределенность типа В, u_B , %								0,026
Суммарная стандартная неопределенность, u_c , %								0,067
Расширенная неопределенность U ($k=2$), %								0,13

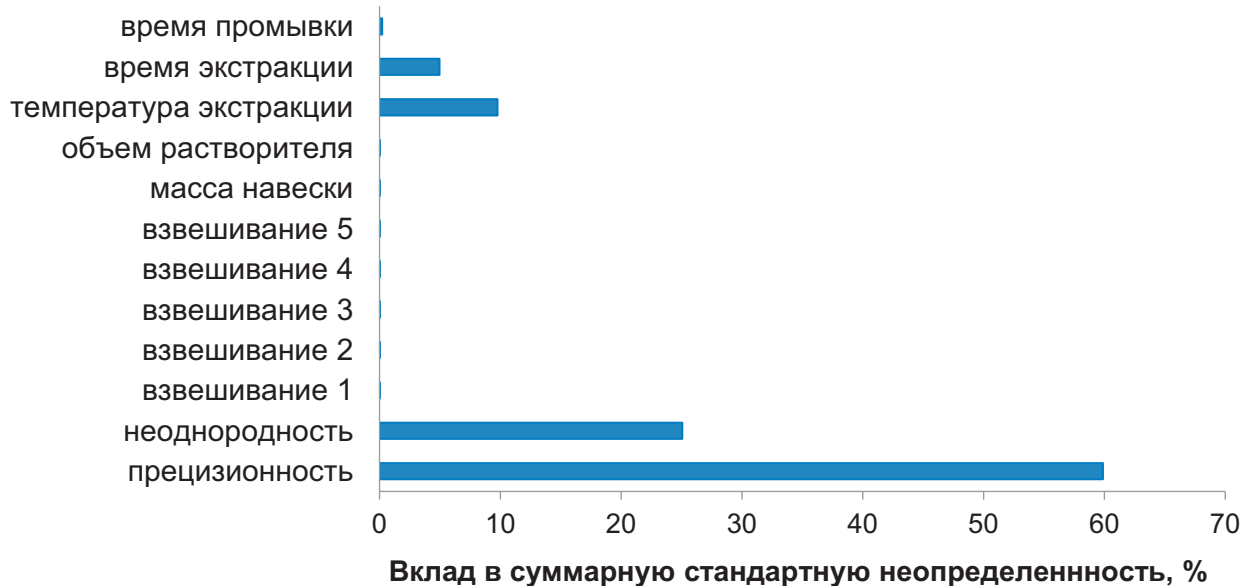


Рис. 5. Вклады от различных источников в суммарную стандартную неопределенность результатов измерений массовой доли сырого жира (масличности) для проб семян подсолнечника

Fig. 5. Contributions from various sources in combined standard uncertainty of measurement results of crude fat mass fraction (oil content) for sunflower seeds

Показатели точности ПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе – в табл. 4.

Для подтверждения наивысшей точности ПРМИ был проведен сравнительный анализ показателей

точности ПРМИ и стандартизованных методик измерений (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что запас по точности разработанной ПРМИ по отношению к стандартизованным методикам измерений составляет от 2,7 до 13,3 раз.

Таблица 4. Диапазоны измерений, значения показателей точности ПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе

Table 4. Measuring results and values of accuracy PRMP for crude fat mass fraction (oil content) in oilseeds and products on their base

Объект измерений	Диапазон измерений массовой доли сырого жира (масличности), %	Границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$, $\pm\Delta$, %	Расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$, U
Зерно зерновых и зернобобовых культур	от 0,2 до 10 вкл.	0,15	0,15
Семена масличных культур и продукты на их основе	от 0,2 до 70 вкл.	0,15	0,15
Комбикорма и кормовые компоненты	от 0,5 до 30 вкл.	0,15	0,15

Таблица 5. Сравнительная характеристика показателей точности ПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе и стандартизованных методик измерений

Table 5. Comparing characteristics of accuracy rate of PRMP for crude fat mass fraction (oil content) in oilseeds and products on their base and standardised measurement procedures

Объект измерений	Показатель точности ПРМИ $\pm\Delta$, %	Стандартизованная методика измерений (ГОСТ)	Показатели точности ГОСТ $\pm\Delta$, %
Зерно зерновых и зернобобовых культур	0,15	ГОСТ 27670–88	0,5*
		ГОСТ 29033–91	0,4–1,7*
		ГОСТ ISO 11085–2016	0,4*
Семена масличных культур и продукты на их основе	0,15	ГОСТ 8.597–2010	0,6
		ГОСТ 10857–64	0,4–0,7*
		ГОСТ 32749–2014	0,4–2,0
		ГОСТ ISO 659–2017	0,8–1,2*
Комбикорма и кормовые компоненты	0,15	ГОСТ Р 57543–2017	0,4*
		ГОСТ 8.597–2010	0,5
		ГОСТ 13496.15–2016	0,4–1,9
		ГОСТ 13979.2–94	0,6*
		ГОСТ 30131–96	0,4–0,6*
		ГОСТ 32040–2012	0,4*
		ГОСТ 32749–2012	0,4–1,5
		ГОСТ 32905–2014	0,6*
		ГОСТ ISO 734–1–2016	0,5–0,8*
		ГОСТ ISO 734–2–2016	0,6*
		ГОСТ ISO 11085–2016	0,4*

* – в документе отсутствуют значения границы погрешности получаемых результатов, показатель точности принят равным удвоенному значению СКО воспроизводимости методики измерений.

Экспериментальное опробование процедуры применения ПРМИ для оценки правильности результатов измерений

Экспериментальное опробование процедуры применения ПРМИ для оценки правильности результатов измерений проведено путем сравнения результатов измерений массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур, полученных по ПРМИ и испытательными лабораториями (ИЛ) с использованием стандартизованных методик измерений: экстракция на аппарате Сокслета по ГОСТ 10857–64 [24], ИК спектроскопия по ГОСТ 32749–2014 [25] и ЯМР по ГОСТ 8.597-2010 [26]. Результаты измерений представлены в табл. 6.

По данным, представленным в табл. 6, рассчитывали абсолютное расхождение, D , между результатом по ПРМИ и результатом, полученным в ИЛ, по формуле

$$D = W_{ИЛ} - W_{ПРМИ}, \quad (2)$$

где $W_{ИЛ}$ – результат измерений массовой доли сырого жира (масличности) в ИЛ, %;

$W_{ПРМИ}$ – результат измерений массовой доли сырого жира (масличности) по ПРМИ, %.

Полученные значения расхождения для всех проб не превышают значения абсолютной погрешности стандартизованной методики измерений. Следовательно, ПРМИ не дает смещения по сравнению с результатами

рутинных методов. Кроме того, ПРМИ обеспечивает запас точности порядка 1:3 и более и может использоваться для оценки правильности результатов измерений, получаемых по другим методикам.

Разработанная методика была утверждена в качестве Государственной ПРМИ приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2019 г. № 3403 и внесена в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений под номером ФР.ПР1.31.2019.00009.

Разработка стандартных образцов

Разработанная ГПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе (ФР. ПР1.31.2019.00009) была использована для установления аттестованных значений массовой доли жира (сырого жира, масличности) при характеристике СО состава семян масличных культур, продуктов их переработки и комбикормов.

Измерения массовой доли влаги в СО осуществляли с применением эталонной установки, реализующей термогравиметрический метод, из состава Государственного первичного эталона единиц массовой доли и массовой (молярной) концентрации воды в твердых и жидких веществах и материалах ГЭТ 173-2017 [27]. Измерения массовой

Таблица 6. Результаты измерений массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур

Table 6. Results of measurement of crude fat mass fraction (oil content) in oilseeds

Проба	Результат измерений по ПРМИ, %	№ ИЛ	Результат измерений в ИЛ, %	Метод испытаний	Абсолютное расхождение, %
Семена подсолнечника 1	33,33±0,15	1	32,67±0,70	Сокслет	-0,66
		2	33,80±0,70	Сокслет	0,47
		3	33,16±0,70	Сокслет	-0,17
Семена подсолнечника 2	27,20±0,15	1	28,5±1,5	ИК спектроскопия	1,30
		2	27,80±0,70	Сокслет	0,60
Семена сои	24,17±0,15	1	24,0±1,5	ИК спектроскопия	-0,17
		2	23,80±0,40	Сокслет	-0,37
Семена рапса	42,76±0,15	1	43,00±0,70	Сокслет	0,24
		2	42,70±0,70	Сокслет	-0,06
		3	42,60±0,60	ЯМР	-0,16
Семена горчицы	30,02±0,15	1	30,10±0,70	Сокслет	0,08
		2	29,70±0,70	Сокслет	-0,32
		3	29,50±0,60	ЯМР	-0,52
Семена льна	45,74±0,15	1	45,50±0,70	Сокслет	-0,24
		2	45,80±0,70	Сокслет	0,06
		3	45,90±0,60	ЯМР	0,16

доли азота (белка, сырого протеина) осуществляли с применением Государственного вторичного эталона единиц массовой доли и массовой (молярной) концентрации компонентов в твердых и жидких веществах и материалах на основе объемного титриметрического метода анализа ГВЭТ 176–1–2010 [28]. Массовая доля сырой золы была установлена с применением ГПРМИ массовой доли золы в пищевых продуктах и продовольственном сырье (ФР.ПР1.31.2018.00002) [29].

Для приготовления СО использовали следующее продовольственное сырье: комбикорм, семена масличных культур, продукты их переработки (табл. 7), которое расфасовали в герметичные полиэтиленовые пакеты. Масса СО состава комбикормов составила от 30 до 100 г, СО состава семян масличных культур, продуктов их переработки – от 30 до 600 г в зависимости от требований заказчика.

Исследование метрологических характеристик материала СО были проведены в соответствии с ГОСТ ISO Guide 35–2015 [26] с учетом вклада от неоднородности и нестабильности материала СО, а также от способа установления аттестованных значений. Метрологические характеристики разработанных СО представлены в табл. 8.

Значения массовых долей азота (белка, сырого протеина), жира (сырого жира, масличности), золы указаны в пересчете на абсолютно сухое вещество. Срок годности всех СО составляет 6 месяцев. СО предназначены для метрологического обеспечения средств измерений и методик измерений.

Разработанные СО были успешно внедрены в практику поверки анализаторов состава семян масличных культур и продуктов их переработки, основанных на спектроскопии в ближней ИК-области (Infratec 1241, ИНФРАСКАН) и ЯМР методе (ЯМР – анализаторы АМВ-1006М). В табл. 9 приведены сведения о количестве проверок, проведенных специалистами УНИИМ с применением разработанных СО в период с 2019 по 01.08.2020.

Данные табл. 9 демонстрируют высокую востребованность разработанных СО для метрологического обеспечения экспрессных анализаторов состава семян масличных культур и продуктов их переработки.

Заключение

1. Разработана ПРМИ массовой доли сырого жира (масличности) в семенах масличных культур и продуктах на их основе, реализованная на одном комплексе оборудования и обеспечивающая наивысшую в Российской Федерации точность получаемых результатов.

2. Разработанная методика утверждена в качестве Государственной ПРМИ приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2019 г. № 3403 с присвоением ей регистрационного номера ФР.ПР1.31.2019.00009.

3. Разработаны, утверждены и внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений 14 типов СО состава продовольственного сырья:

Таблица 7. Материал СО

Table 7. Material of RM

Номер СО	Индекс СО	Материал СО
ГСО 11268–2019	КК-1–1	Комбикорм для сельскохозяйственной птицы
ГСО 11269–2019	КК-1–2	Комбикорм для свиней
ГСО 11270–2019	КК-1–3	Комбикорм для крупного рогатого скота
ГСО 11279–2019	ППМК-1	Шрот подсолнечный
ГСО 11280–2019	ППМК-2	Шрот соевый
ГСО 11281–2019	ППМК-3	Шрот рапсовый
ГСО 11282–2019	ППМК-4	Жмых подсолнечный
ГСО 11283–2019	ППМК-5	Жмых соевый
ГСО 11284–2019	СМК-1	Подсолнечник
ГСО 11285–2019	СМК-2	Соя
ГСО 11286–2019	СМК-3	Горчица
ГСО 11287–2019	СМК-4	Рапс
ГСО 11288–2019	СМК-5	Лен
ГСО 11289–2019	СМК-6	Хлопчатник

Таблица 8. Метрологические характеристики СО состава семян масличных культур, продуктов их переработки и комбикормов

Table 8. Metrological characteristics of RMs for composition of oilseeds, products of their processing and foodstuff compounds

Аттестуемая характеристика	Диапазон аттестованных значений СО, %	Границы абсолютной погрешности аттестованного значения СО при дове- рительной вероятности $P=0,95, \pm\Delta$, %
ГСО 11268–2019/ ГСО 11270–2019 состава комбикормов (набор КК-1 СО УНИИМ)		
Массовая доля влаги	7,0–18,0	0,2
Массовая доля азота	1,60–4,80	0,05
Массовая доля сырого протеина	10,0–30,0	0,3
Массовая доля сырого жира	1,0–10,0	0,2
Массовая доля сырой золы	1,00–10,00	0,05
	10,0–20,0	0,1
ГСО 11279–2019 / ГСО 11283–2019 массовой доли жира, белка, влаги в продуктах переработки масличных культур (набор ППМК СО УНИИМ)		
Массовая доля жира (масличность)	0,5–30,0	0,2
Массовая доля белка	15,0–31,0	0,3
	31,0–60,0	0,35
Массовая доля влаги	3,0–15,0	0,2
ГСО 11284–2019 / ГСО 11289–2019 массовой доли жира, белка, влаги в семенах масличных культур (набор СМК СО УНИИМ)		
Массовая доля жира (масличность)	13,0–60,0	0,2
Массовая доля белка	15,0–31,0	0,3
	31,0–50,0	0,35
Массовая доля влаги	4,0–20,0	0,2

Таблица 9. Сведения о количестве проверок с применением ГСО 11279–2019 / ГСО 11283–2019, ГСО 11284–2019 / ГСО 11289–2019

Table 9. Information about number of verifications with usage of GSO 11279–2019 / GSO 11283–2019, GSO 11284–2019 / GSO 11289–2019

Год проведения	Количество поверенных СИ	
	ИК-анализаторы	ЯМР-анализаторы
2019	28	197
2020 (до 01.08.2020)	53	100

– ГСО 11268–2019/ ГСО 11270–2019 состава комбикормов (набор КК-1 СО УНИИМ);

– ГСО 11279–2019 / ГСО 11283–2019 массовой доли жира, белка, влаги в продуктах переработки масличных культур (набор ППМК СО УНИИМ);

– ГСО 11284–2019 / ГСО 11289–2019 массовой доли жира, белка, влаги в семенах масличных культур (набор СМК СО УНИИМ).

4. Применение разработанных СО, аттестованные значения которых установлены с использованием

государственных эталонов единиц величин ГЭТ 173-2017, ГВЭТ 176-1-2010 и ПРМИ (ФР.ПР1.31.2019.00009, ФР.ПР1.31.2018.00002), позволит обеспечить сопоставимость результатов рутинных измерений при проверке качества продовольственного сырья на территории Российской Федерации.

Вклад соавторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подсолнечник: биохимия, селекция, возделывание / Д. И. Никитчин [и др.]. Пологи: РПК «Пологівски друкарня», 2002. 494 с.
2. Мунгин В. В., Арюкова Е. А., Гибалкина Н. И. Влияние сырого жира в продукционных комбикормах на продуктивность и убойные качества товарного карпа // Аграрный научный журнал. 2018. № 3. С. 25–27. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i3.40>.
3. Алиев А. А. Липидный обмен и продуктивность жвачных животных. М.: Колос, 1980. 381 с.
4. Investigation of the relationship between wheat lipids and baking properties / Karpati E. M. et al. // Acta aliment. 1990. Vol. 19, no. 3. P. 237–260.
5. Хроматографическое исследование гликолипидов пшеницы / У. Т. Жуманова [и др.] // Применение хроматограмм в пищ. микробиол. и мед. промышленности: Материалы Всерос. конф. / Геленджик, 1990. С. 25–26.
6. Жиры. Химический состав и экспертиза качества / О. Б. Рудаков [и др.]. М.: ООО Дели принт, 2005. 312 с.
7. ТР ТС 027/2012 О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания: Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 15 июня 2012 г. № 34 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902352823>.
8. Wei H., Zhong H., Wang H. Improvement on determination of crude oil by Soxhlet extraction // China Oils and Fats. 2004. Vol. 6. P. 52–54.
9. Randall E. L. Improved method for fat and oil analysis by a new process of extraction / E. L. Randall // J AOAC. 1974. Vol. 57. P. 1165–1168.
10. Zach C. Refractometric determination of fat in foods // Mitteilungen aus dem Gebiet der Lebensmitteluntersuchung und -Hygiene. 1937. Vol. 28. P. 1–5.
11. Gas chromatographic determination of total fat extracted from food samples using hydrolysis in the presence of antioxidant // S. D. House et al. // J AOAC Int. 1994. Vol. 77, no. 4. P. 960–965.
12. Fat Contents of cereal foods: comparison of classical with recently developed extraction techniques / W. Zou et al. // J AOAC Int. 1999. Vol. 82, no. 1. P. 141–150.
13. Скурихин И. М. Все о пище с точки зрения химика: справочное издание. М.: Высшая школа, 1991. 288 с.
14. Прудников С. М., Витюк Б. Я., Зверев Л. В. Метод ЯМР для определения влажности и масличности сельскохозяйственных материалов // Методы оценки соответствия. 2009. № 9. С. 18–19.
15. Ефименко С. Г., Ефименко С. К. Определение содержания масла и влаги в семенах горчицы с помощью ИК-спектроскопии // Масличные культуры. 2019. № 4 (180). С. 36–44. DOI: 10.25230/2412–608X-2019-4-180-36-44.
16. О внесении изменений в Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений»: федер. закон Рос. Федерации от 21 июля 2014 г. № 254-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 1 июля 2014 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 9 июля 2008 г. // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2014. № 30, ст. 4255.
17. Об утверждении Порядка аттестации методики (метода) измерений, принимаемой в качестве референтной методики (метода) измерений: утвержд. Решением Коллегией Евразийской экономической комиссии от 7 июня 2016 г. № 68.
18. Koryakov V. I., Medvedevskikh M. Y., Medvedevskikh S. V. et al. Development of standard samples of mass fractions of moisture and protein in grain and grain products. Measurement Techniques. 2012;54:1198–1202. <https://doi.org/10.1007/s11018-012-9871-8>.
19. Wilde D. J. Optimum seeking methods. NY: Prentice. Hall. Inc., 1964. 423 p.
20. РМГ 61–2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки. М.: Стандартинформ, 2013. 62 с.
21. Руководство ЕВРАХИМ/СИТАК CG4. Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях. 3-е изд. // Eurachem [Электронный ресурс]. URL: https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1_RU.pdf. (дата обращения: 26.08.2020).
22. ГОСТ Р ИСО 5725-5-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 5. Альтернативные методы определения прецизионности стандартного метода измерений. М.: Стандартинформ, 2009. 58 с.
23. Дерффель К. Статистика в аналитической химии: пер. с нем. И. С. Шаплыгина. Под ред. В. В. Налимова. М.: Мир, 1994. 268 с.
24. ГОСТ 10857–64 Семена масличные. Методы определения масличности. М.: Стандартинформ, 2010. 6 с.
25. ГОСТ 32749–2014 Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.
26. ГОСТ 8.597–2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Семена масличных культур и продукты их переработки. Методика измерений масличности и влажности методом импульсного ядерного магнитного резонанса. М.: Стандартинформ, 2011. 11 с.
27. Медведевских С. В., Медведевских М. Ю., Карпов Ю. А. Общие подходы к оценке неопределенности результатов воспроизведения единиц содержания воды в твердых веществах и материалах // Измерительная техника. 2015. № 8. С. 65–70.
28. Krasheninina M. P., Medvedevskikh M. Y., Medvedevskikh S. V. et al. An Estimate of the Metrological Characteristics of a Standard Sample of the Composition of Dried Whole Milk using Primary and Secondary State Standards. Measurement Techniques. 2013;56:1076–1082. <https://doi.org/10.1007/s11018-013-0333-8>.
29. Государственная первичная референтная методика измерений массовой доли золы в пищевых продуктах и продовольственном сырье / М. Ю. Медведевских [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2019. Т. 85, № 6. С. 70–80. <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2019-85-6-70-80>.

30. ГОСТ ISO Guide 35–2015 Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации). М.: Стандартинформ, 2017. 66 с.

REFERENCE

1. Nikitchin D. I. et al. Sunflower: biochemistry, selection, cultivation. Canopy, RPK «Pologivski Drukarnya», 2002. 494 p. (in Russ.).
2. Mungin V. V., Ariukova E. A., Gibalkina N. I. Influence of crude fat in productional feed-stuff on productivity and slaughter of marketable carp. *Agrarian Scientific Journal*. 2018;(3):25–27. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i3.405>. (in Russ.).
3. Aliev A. A. Lipid metabolism and productivity of ruminants. Moscow, Kolos, 1980. 381 p. (in Russ.).
4. Karpati E. M. et al. Investigation of the relationship between wheat lipids and baking properties. *Acta aliment*. 1990;19(3):237–260.
5. Zhumanova U. T., Batrakov S. G., Dubtsova G. N., Nechaev A. P. Chromatographic study of wheat glycolipids. In: Materials of the All-Russian conference «Application of chromatograms in the food microbiological and medical industries». Gelendzhik, 1990. P. 25–26. (in Russ.).
6. Rudakov O. B., Ponomarev A. N., Polianskii K. K., Liubar' A. V. Fats. Chemical composition and quality examination. Moscow, OOO «DeLi print», 2005. 312 p.
7. TR TS027/2012 On the safety of certain types of specialized food products, including dietary therapeutic and dietary preventive nutrition: Technical Regulations of the Customs Union dated 15 June, 2012, no. 34.
8. Wei H., Zhong H., Wang H., Wei H. Improvement on determination of crude oil by Soxhlet extraction. *China Oils and Fats*. 2004;(6):52–54.
9. Randall E. L. Improved method for fat and oil analysis by a new process of extraction. *J. AOAC*. 1974;(57):1165–1168.
10. Zach C. Refractometric determination of fat in foods. *Mitteilungen aus dem Gebiet der Lebensmitteluntersuchung und -Hygiene*. 1937;(28):1–5.
11. House S. D., Larson P. A., Johnson R. R., DeVries J. W., Martin D. L. Gas chromatographic determination of total fat extracted from food samples using hydrolysis in the presence of antioxidant. *J AOAC Int*. 1994;77(4):960–965.
12. Zou W., Lusk C., Messer D., Lane R. Fat contents of cereal foods: Comparison of classical with recently developed extraction techniques. *J AOAC Int*. 1999;82(1):141–150.
13. Skurikhin I. M. All about food from the point of view of a chemist: reference publication / I. M. Skurikhin. Moscow, Higher school, 1991. 288 p.
14. Prudnikov S. M., Vitiuk B. Ia., Zverev L. V. NMR method for determination of moisture and oil content of agricultural materials. Conformity assessment methods. 2009;(9):18–19. (in Russ.).
15. Efimenko S. G. I., Efimenko S. K. Determination of oil and moisture contents in mustard seeds using ir-spectrometry. *Oil Crops*. 2019;(4):36–44.
16. Federal Law of July 21, 2014 N254-FZ «On Amendments to the Federal Law» On Ensuring the Uniformity of Measurements «. *Sobr. legislation Ros. Federation*. 2014. no. 30, art. 4255.
17. The procedure for attestation of a measurement technique (method) taken as a reference measurement technique (method), approved by the Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission dated 7 June 2016 no. 68. (in Russ.).
18. Koryakov V. I., Medvedevskikh M. Y., Medvedevskikh S. V. et al. Development of standard samples of mass fractions of moisture and protein in grain and grain products. *Measurement Techniques*. 2012;54:1198–1202. <https://doi.org/10.1007/s11018-012-9871-8>.
19. Wilde D. J. Optimum seeking methods. NY, Prentice. Hall. Inc., 1964. 423 p.
20. RMG 61–2010 State system for ensuring the uniformity of measurements. Accuracy, trueness and precision measures of the procedures for quantitative chemical analysis. Methods of evaluation. Moscow, Standartinform, 2013. 62 p. (in Russ.).
21. EURACHEM / CITAC Guide CG 4. Quantifying uncertainty in analytical measurement. Available at: https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1_RU.pdf.
22. GOST R ISO 5725-5-2002 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 5. Alternative methods for the determination of the precision of a standard measurement method. Moscow, Standartinform, 2009. 58 p.
23. Doerffel V. K. Statistik in der analytischen Chemie. Moscow, Mir, 1994. 268 p.
24. GOST 10857–64 Oil seeds. Methods for determination of oil content. Moscow, Standartinform, 2010. 6 p.
25. GOST 32749–2014 Oilseeds, oilcakes and oilmeals. Determination of moisture, oil, protein and fiber by Near-Infrared Reflectance. Moscow, Standartinform, 2015. 8 p.
26. GOST 8.597-2010 State system for ensuring the uniformity of measurements. Oilseeds and oilseeds residues. Determination of oiliness and moisture content using pulsed nuclear magnetic resonance spectrometry. Moscow, Standartinform, 2011. 11 p.
27. Medvedevskikh S. V., Medvedevskikh M. Yu., Karpov Yu. A. General approaches to the estimation of the uncertainty of the results of reproducing units of water content in solids and materials. *Measurement Techniques*. 2015;(8):65–70.
28. Krasheninina M. P., Medvedevskikh M. Y., Medvedevskikh S. V. et al. An Estimate of the Metrological Characteristics of a Standard Sample of the Composition of Dried Whole Milk using Primary and Secondary State Standards. *Measurement Techniques*. 2013;56:1076–1082. <https://doi.org/10.1007/s11018-013-0333-8>.
29. Medvedevskikh M. Yu., Sergeeva A. S., Krasheninina M. P., Shokhina O. S. State primary reference procedure for the measurement of ash mass fraction in food, foodstuff and alimentary raw materials. *Industrial laboratory. Diagnostics of materials*. 2019;85(6):70–80. (in Russ.). <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2019-85-6-70-80>.
30. GOST ISO Guide 35–2015 Reference materials. General and statistical principles for certification. Moscow, Standartinform, 2017. 66 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергеева Анна Сергеевна – канд. хим. наук, старший научный сотрудник лаборатории метрологии влагометрии и стандартных образцов УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».

Российская Федерация, 620075, г. Екатеринбург,
ул. Красноармейская, 4
e-mail: sergeevaas@uniim.ru
ORCID: 0000-0001-8347-2633

Парфенова Елена Геннадьевна – старший научный сотрудник лаборатории метрологии влагометрии и стандартных образцов УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».

Российская Федерация, 620075, г. Екатеринбург,
ул. Красноармейская, 4
e-mail: vlaga@uniim.ru

Голынец Ольга Станиславовна – и. о. заведующего лабораторией метрологии влагометрии и стандартных образцов УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».

Российская Федерация, 620075, г. Екатеринбург,
ул. Красноармейская, 4
e-mail: golynets_olga@uniim.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anna S. Sergeeva – PhD (Chem.), senior researcher, laboratory for metrological support of moisture measurement and reference materials, UNIIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology.

4 Krasnoarmeyskaya str., Ekaterinburg,
620075, Russian Federation
e-mail: sergeevaas@uniim.ru
ORCID: 0000-0001-8347-2633

Elena G. Parfenova – senior researcher, laboratory for metrological support of moisture measurement and reference materials, UNIIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology.

4 Krasnoarmeyskaya str., Ekaterinburg,
620075, Russian Federation
e-mail: vlaga@uniim.ru

Olga S. Golynets – acting head of laboratory for metrological support of moisture measurement and reference materials, UNIIIM – Affiliated Branch of the D. I. Mendeleev Institute for Metrology.

4 Krasnoarmeyskaya str., Ekaterinburg,
620075, Russian Federation
e-mail: golynets_olga@uniim.ru

О РАЗРАБОТКЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОБНОЙ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

© Медведевских М. Ю.¹, Сергеева А. С.¹, Студенок В. В.¹, Петухов П. А.²

¹Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»), г. Екатеринбург, Россия
e-mail: studenok@list.ru
ORCID:0000-0002-3363-3133

²ООО «ХЕМА», г. Москва, Россия
e-mail: onco.xema@gmail.ru

Поступила в редакцию – 10 июля 2020 г., после доработки – 15 сентября 2020 г.
Принята к публикации – 30 сентября 2020 г.

В статье представлены результаты исследований, положенных в основу разработки комплекса метрологического обеспечения результатов измерений содержания микробной трансглютаминазы в пробах продуктов питания, который отвечает требованиям законодательства в области обеспечения единства измерений. Комплекс включает аттестованную методику измерений, подтвердившую свою применимость для проб молочной и рыбной продукции по результатам межлабораторных испытаний. Описан опыт подготовки однородных и стабильных образцов продуктов питания, содержащих микробную трансглютаминазу, который будет использован для разработки стандартного образца утвержденного типа. Рассмотрены сложности, с которыми столкнулись специалисты УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» и ООО «ХЕМА» при решении вопроса о применении аттестованной методики измерений при подтверждении соответствия продукции требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 029/2012.

Ключевые слова: продукты питания, микробная трансглютаминаза, методика измерений, тест-система, иммуноферментный анализ, межлабораторные сличительные испытания, подтверждение соответствия

Ссылка при цитировании:

О разработке метрологического обеспечения измерений содержания микробной трансглютаминазы в пищевых продуктах / М. Ю. Медведевских [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16. № 3. С. 53–62. DOI:10.20915/2687-0886-2020-16-3-53-62.

For citation:

Medvedevskikh M. Yu., Sergeeva A. S., Studenok V. V., Petukhov P. A. Development of metrological assurance of measurement of microbial transglutaminase content in nutritive products. *Measurement standards. Reference materials*. 2020;16(3): 53–62. DOI:10.20915/2687-0886-2020-16-3-53-62 (In Russ.)

DEVELOPMENT OF METROLOGICAL ASSURANCE OF MEASUREMENT OF MICROBIAL TRANSGLUTAMINASE CONTENT IN NUTRITIVE PRODUCTS

© Mary Yu. Medvedevskikh¹, Anna S. Sergeeva¹, Valeriya V. Studenok¹, Pavel A. Petukhov²

¹ UNIIM—Affiliated Branch of the D.I. Mendelev Institute for Metrology, Ekaterinburg, Russia

e-mail: studenok@list.ru

ORCID:0000-0002-3363-3133

² ООО «XEMA», Moscow, Russia

e-mail: onco.xema@gmail.ru

Received—10 July, 2020. Revised—15 September, 2020.

Accepted for publication—30 September, 2020.

The article presents the results of researches used as the basis of development of metrological assurance of measurement results of microbial transglutaminase content in samples of nutritive products complex that meets the requirements of the legislature in the field of assurance of measurement uniformity. The complex includes certificated measurement procedure that confirmed its applicability for samples of dairy and fish products according to the results of interlaboratory tests. The experience of preparation of homogeneous and stable samples of nutrition containing microbial transglutaminase and which will be used as a developing base of certified type reference material is described. The difficulties that were appeared during the carried out works by specialists from UNIIM—Affiliated Branch of the D.I. Mendeleyev Institute for Metrology and «XEMA» LLC at the time of solving the issue on application of the attested procedure of measurement when confirming the conformity of products with the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union TR TS029/2012.

Keywords: nutritive products, microbial transglutaminase, measuring procedure, test-system, enzyme-linked immunosorbent assay, interlaboratory verifications testing, confirmation of conformity

Введение

Современные тенденции пищевой индустрии предполагают развитие производства функциональных продуктов с регулируемыми свойствами. Ферменты являются инструментами для повышения качества готовой продукции. Большинство применяемых в пищевой промышленности ферментов катализируют гидролиз ковалентной связи, к ним относятся, в частности, гликозидазы и протеазы. Новым направлением является применение ферментов, модифицирующих структуру белков. Для этой цели предлагается фермент—микробная трансглутаминаза (мТГ) [1]. мТГ катализирует реакцию ацильного переноса, способствуя образованию ε -(γ -глутамил)лизиновых связей (рис. 1). Это приводит к межбелковому или внутрибелковому связыванию между боковыми радикалами глутамина и лизина [2].

мТГ, используемая в пище, изготавливается либо из факторов свертывания крови животных, таких как

коровы и свиньи, либо бактерий, полученных из растительных экстрактов.

мТГ широко используется в пищевой промышленности для улучшения текстурных и функциональных свойств продуктов (реструктуризация продукции мяса, рыбы, морепродуктов и молочных продуктов) [3]. В хлебопекарной промышленности мТГ используется для улучшения качества муки, текстуры и объема хлеба [4]. В молочной промышленности мТГ применяется в производстве разнообразных продуктов, например, йогуртов [5]. Модификация белков с участием мТГ дает возможность изменять их термостабильность, растворимость, реологические свойства (текучесть), свертываемость сычужным ферментом. мТГ может применяться для повышения структурной прочности, вязкости и снижения потерь белка и повышения стабильности жировой эмульсии, улучшения вкуса и влагоудерживающей способности. мТГ применяют также

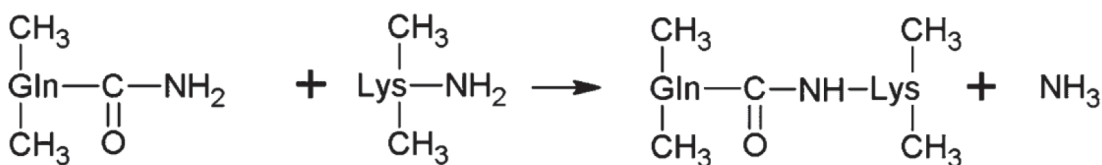


Рис. 1. Реакция перекрестного связывания белков с помощью мТГ

Fig. 1. The reaction of cross-linking proteins by microbial transglutaminase

для повышения биологической ценности продукта за счет поперечного связывания белков, содержащих разные лимитирующие аминокислоты, защиты лизина от различных химических реакций и для снижения аллергенности белков [6]. Также мТГ позволяет производить совершенно новый вид продукции, например, белковые пленки, используемые для покрытия свежих и переработанных овощей и фруктов с целью продления свежести и сроков хранения [7]. Сывороточные белки, обработанные мТГ, используются для производства таких пленок. Это съедобные пленки, готовые для потребления вместе с пищевым продуктом [8].

Несмотря на очевидные вышеописанные преимущества, вопрос о законности и безопасности применения мТГ в пищевой промышленности остается до конца не решенным.

Так, например, ряд ученых считает, при поступлении через желудочно-кишечный тракт микробная трансглутаминаза (мТГ) провоцирует аутоиммунные реакции [9]. В настоящее время причинно-следственная связь не установлена, однако одновременно с увеличением потребления этого фермента в последнее десятилетие наблюдается рост числа аутоиммунных реакций, в частности целиакии (непереносимости глютена) [10–12]. Проникая внутрь слизистой оболочки тонкой кишки, глиадин (составляющая глютена) подвергается дезаминированию (отщеплению аминогруппы) с помощью фермента – тканевая трансглутаминаза (тТГ). Этот фермент естественным образом присутствует в организмах людей, животных и растениях. Она помогает связывать белки вместе, образуя ковалентные связи [13]. В организмах людей и животных трансглутаминаза играет роль в различных процессах, включая свертывание крови [14].

Дезаминированный глиадин вызывает особенно сильную реакцию иммунной системы. В результате этого процесса повреждаются ворсинки тонкой кишки. Способность всасывания питательных веществ значительно ухудшается. Установлено, что мТГ функционально имитирует тТГ.

мТГ облегчает всасывание глиадина, тем самым усугубляя течение целиакии [15]. Кроме того, мТГ обладает

эмульгирующими свойствами за счет сшивания различных белков. Эмульгаторы, широко используемые в технологических процессах пищевой промышленности, являются усилителями проницаемости кишечника [16, 17], что влечет за собой снижение защитных функций организма в целом.

Таким образом, влияние мТГ на здоровье человека на сегодняшний день изучено недостаточно, однако во многих странах фермент признан безопасным и допущен к использованию.

На территории ЕАЭС мТГ не включена в перечень пищевых добавок, допущенных к применению, установленный ТР ТС 029/2012 [18]. Согласно данному документу, допускается использование органов и тканей здоровых сельскохозяйственных животных, культурных растений, а также специальные непатогенные и нетоксигенные штаммы микроорганизмов бактерий и низших грибов для получения ферментных препаратов. В приложении 26 [18] «Ферментные препараты, разрешенные для применения при производстве пищевой продукции» фермент «микробная трансглутаминаза» и продуцирующие его штаммы микроорганизмов отсутствуют. Таким образом, отсутствие микробной трансглутаминазы в продуктах питания должно контролироваться при оценке соответствия продукции обязательным требованиям.

Экспериментальная часть

Описание метода измерений и оборудования

Для решения данной задачи ООО «ХЕМА» (г. Москва) совместно с ФГБУ «Ростовский Референтный Центр Россельхознадзора» разработали методику измерений массовой доли микробной трансглутаминазы в пробах продуктов питания методом иммуноферментного анализа с помощью набора реагентов «мТГ-ИФА» производства ООО «ХЕМА» № К961 (методика № К961). Методика позволяет провести качественное обнаружение и последующее количественное определение массовой доли микробной трансглутаминазы в пробах рыбной, мясной и молочной продукции в диапазоне от 0,0001 % до 0,01 %.

Метод измерений, лежащий в основе методики, основан на применении тест-системы реализующей двухсайтовый (сэндвич) иммуноферментный анализ (ИФА). Сущность метода ИФА заключается в реакции специфического взаимодействия «антиген – антитело» и последующей детекции полученного комплекса с использованием таких методов, как спектрофотометрия, хемилюминесценция и других. Качественный анализ позволяет получить положительный или отрицательный результат содержания антигена или антитела в исследуемом веществе [19]. Для обнаружения микробной трансглутаминазы применяется тест-система с использованием мышиных моноклональных антител против мТГ [20]. Антиген из образца связывается с антителами, нанесенными на поверхности лунок микропланшета. Несвязавшийся материал удаляется отмывкой, после чего в лунки вносят вторые антитела к этому же антигену, меченные пероксидазой хрена. После повторной отмывки активность фермента, связанного с поверхностью лунки микропланшета, проявляется добавлением хромоген-субстратной смеси, стоп-реагента и подвергается измерению оптической плотности на спектрофотометре на длине волны 450 нм.

Вывод о наличии/отсутствии микробной трансглутаминазы в продуктах питания делается по величине так называемого индекса позитивности (ИП) – условного показателя, рассчитываемого путем деления значения оптической плотности анализируемого продукта на величину, представляющую собой сумму значения оптической плотности отрицательной контрольной пробы и эмпирически подобранного коэффициента.

Количественная методика измерений массовой доли микробной трансглутаминазы в пробах продуктов питания основана на зависимости оптической плотности исследуемого раствора на длине волны 450 нм от массовой доли мТГ. Для построения градуировочной характеристики используются растворы мТГ, приготовленные из реактива мТГ HPLC MTG производства Zedira GmbH, Германия (массовая доля основного вещества не менее 95 %) в буфере для экстракции образцов из набора реагентов «мТГ-ИФА» производства ООО «ХЕМА». Градуировочный график представляет линейную пропорциональную зависимость описываемую полиномом первого порядка.

Порядок выполнения измерений

В 2019 г. специалисты ФГУП «УНИИМ» (УНИИМ) провели аттестацию рассмотренной выше экспрессной методики № К961 на соответствие требованиям

ФЗ № 102 «Об обеспечении единства измерений» [21] и ГОСТ Р 8.563 [22] (свидетельство об аттестации методики измерений № 241.0002/RA.RU.311866/2019, выдано 11.02.2019 ФГУП «УНИИМ», номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений ФР.1.31.2019.33721).

Исследования для оценки характеристик точности методики измерений проводились в лабораториях ФГУП «УНИИМ» на рабочих пробах пищевых продуктов: сардельки куриные, фарш минтая, филе семги слабосоленое, творог, йогуртный продукт. Дополнительные исследования были проведены в лаборатории ФГБУ «Ростовский референтный центр Россельхознадзора» на мясе свинины, мясном фарше, колбасе вареной, котлетах деревенских, говядине тушеной, консервах мясных для детского питания, морском окуне подмороженном, филе трески, сельди слабосоленой, скумбрии запеченной, котлетах рыбных из трески, фарше минтая, крабовом мясе, йогурте, твороге, продукте кефирном, сырке творожном.

Показатели прецизионности методики измерений оценены по результатам квазимежлабораторного эксперимента с участием пяти лабораторий, организованного в соответствии с [23].

Оценка показателей правильности методики измерений выполнена с применением метода добавок в соответствии с положениями [24]. Растворы, используемые для введения добавок, как и градуировочные растворы, готовили путем разбавления точно известной навески реактива мТГ HPLC MTG производства Zedira GmbH, Германия (массовая доля основного вещества не менее 95 %) в буфере для экстракции образцов из набора реагентов «мТГ-ИФА» производства ООО «ХЕМА».

Были также проведены исследования влияния термообработки на результаты качественного обнаружения мТГ в пробах продуктов питания. Использовали рабочие пробы продуктов питания, в которых было установлено отсутствие мТГ. В эти пробы вводили добавку в виде раствора мТГ с массовой долей мТГ 0,01 %, который предварительно выдерживали в течение 40 минут при температурах от 60 °С до 120 °С. Результаты измерений проб с добавкой показали присутствие мТГ во всех анализируемых пробах, что свидетельствует об отсутствии влияния термообработки в указанных выше условиях на результаты качественного обнаружения мТГ в пробах продуктов питания.

Метрологические характеристики методики измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1. Диапазон измерений, значения показателей точности, повторяемости и воспроизводимости
Table 1. Measurement limits, values of accuracy, repetition and reproducibility units

Диапазон измерений, %	Показатель повторяемости (относительное среднее квадратическое отклонение повторяемости), $\sigma_{r0}, \%$	Показатель воспроизводимости (относительное среднее квадратическое отклонение воспроизводимости), $\sigma_{R0}, \%$	Показатель точности (границы, в которых находится относительная погрешность измерения с вероятностью $P=0,95$), $\pm\delta, \%$
от 0,0001 до 0,01 вкл.	8	12	30

Межлабораторные сличительные испытания

С целью экспериментальной апробации методики № K961 УНИИМ в 2019 и 2020 гг. провел два раунда межлабораторных сличительных испытаний (МСИ) по определению наличия/отсутствия микробной трансклутаминазы в продуктах питания. МСИ были организованы в соответствии с положениями ГОСТ ISO/IEC17043 [25] с участием 11 и 13 лабораторий различного профиля: ветеринарные лаборатории, референтные центры Россельхознадзора, научно-исследовательские институты.

Каждому участнику предоставляется набор, состоящий из двух образцов для проведения МСИ: МТГ(1) и МТГ(2). Образцы для проведения МСИ в 2019 г. представляли собой тщательно изученные образцы творога, приготовленного из пастеризованного молока с добавлением культуры для творогов и искусственным введением трансклутаминазы. В 2020 г. для проведения МСИ применяли два образца крабовых палочек разных торговых марок, отличающихся друг от друга величинами определяемых показателей.

Для приготовления образцов творога в стеклянные стаканы отбирали две пробы пастеризованного молока, в одну из них вводили порошок трансклутаминазы и гомогенизировали в течение 15 минут на встряхивателе IKA Vibrax VXR basic (IKA, Германия). В каждую из проб добавляли количество закваски согласно рецептуре производителя Chr. Hansen (Христиан Хансен). Тщательно перемешивали, используя встряхиватель. Стаканы с закваской помещали в термостат циркуляционный LOIP LT-112 (Лабораторное оборудование и приборы, Россия) и выдерживали при температуре 60 °С в течение часа, а затем при температуре 25 °С в течение 3 часов. Полученный творог фильтровали от сыворотки через марлю. Приготовленный материал фасовали по 10 г в предварительно вымытые, высушенные при 120 °С и обработанные УФ-светом флаконы из темного стекла.

Крабовые палочки различных торговых марок (наименований) были выбраны в результате анализа состава нескольких наименований крабовых палочек,

продаваемых в торговых сетях. С целью определения пригодности образцов крабовых палочек различных наименований для использования в качестве образцов для проведения МСИ проводили исследование на предмет наличия или отсутствия в их составе микробной трансклутаминазы, измерения проводили по методике № K961. Каждый из образцов для проведения МСИ был расфасован по 10 г в пакеты из полимерной пленки.

В качестве приписанного значения индекса позитивности (ИП) в образцах для проведения МСИ было использовано согласованное значение от участников (робастное среднее), полученное с использованием статистических методов, описанных в [26].

Исследование однородности и стабильности приписанных значений проводили с учетом [25]. Оценку неоднородности проводили методом однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. Для этого отбирали шесть образцов, в каждом из которых проводили по пять параллельных измерений индекса позитивности по методике № K961. По результатам исследования образцы признаны однородными по показателю «индекс позитивности».

Наибольшее влияние на стабильность образцов в процессе хранения оказывает рост колоний, возможно, находящихся в них бактерий. Условия хранения при температуре окружающего воздуха (5 ± 3) °С в защищенном от прямого солнечного света месте могут быть надежно обеспечены при хранении образцов в лабораторных условиях. При этом не исключено нарушение указанных условий во время транспортирования образцов. При определении срока годности образцов для МСИ исходили из того, что время транспортирования по России с использованием услуг экспресс-почты не превышает 5 дней. Возможные крайние условия транспортирования в весеннее время: температура окружающего воздуха от минус 15 °С до плюс 25 °С. Время хранения и проведения измерений участниками образцов для МСИ не превышало 10 дней. При этом учитывали, что температуры ниже нуля не оказывают влияния на рост бактерий. Поэтому проверяли влияние

на стабильность образцов повышенных температур. Таким образом, период исследования кратковременной стабильности был принят равным максимальному сроку транспортирования и составлял 5 дней при температуре окружающего воздуха (25 ± 3) °С. Моделирование условий окружающего воздуха производили с использованием термостата.

Оценку стандартного отклонения от долговременной нестабильности проводили методом классического старения с учетом [25]. Образцы хранили в термостате при температуре окружающего воздуха (5 ± 3) °С, проводя измерения индекса позитивности один раз в две недели.

Полученные результаты свидетельствовали о стабильности образцов не менее чем в течение 20 дней при температуре хранения 5 ± 3 °С и не менее чем в течение 6 дней в условиях транспортирования.

Все лаборатории, принявшие участие в МСИ, использовали метод ИФА в соответствии с методикой измерений № К961 «Методика измерений массовой доли микробной трансклутаминазы в пробах продуктов питания методом иммуноферментного анализа с помощью набора реагентов «МТГ-ИФА» производства ООО «ХЕМА».

Согласно методике № К961, $ИП < 1$ указывает на отсутствие МТГ в исследуемой пробе, значение $ИП \geq 1$ указывает на наличие МТГ. Если $ИП = 1$ результат считали неопределенным. В качестве приписанного значения индекса позитивности (ИП) в образцах для проведения МСИ было использовано согласованное значение от участников (робастное среднее), полученное с использованием статистических методов, описанных в Приложении С ГОСТ Р 50779.60 [26].

В обоих раундах результаты всех участников МСИ попали в границы удовлетворительных результатов на основании оценки z'-индекса в соответствии с [26]. Все участники сделали правильный вывод об отсутствии/наличии МТГ в образцах.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных МСИ подтверждена пригодность методики № К961 для анализа продуктов переработки объектов рыболовного промысла и кисломолочных продуктов. В 2021 г. также запланировано проведение раунда МСИ по определению наличия/отсутствия микробной трансклутаминазы в продуктах мясной промышленности.

Параллельно с проведением МСИ начато внедрение аттестованной методики измерений на предприятиях потребителей и производителей продуктов питания, в организациях, подведомственных Федеральной

службе по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) и Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). Россельхознадзор включил исследование продуктов на МТГ в систему мониторинга пищевой безопасности. Лаборатории, подведомственные Россельхознадзору, прошли соответствующее обучение по применению данной методики и в настоящее время внедряют ее в лабораторную практику испытательных центров с последующим расширением областей аккредитации [27].

Следующим этапом разработки комплекса метрологического обеспечения измерений содержания микробной трансклутаминазы в пищевых продуктах станет разработка и испытания в целях утверждения типа стандартного образца массовой доли микробной трансклутаминазы в продуктах питания, который обеспечит контроль точности результатов измерений массовой доли микробной трансклутаминазы, полученных по методике измерений № К931. В основу этой работы будет положен опыт подготовки образцов для проведения МСИ.

Для обеспечения требований законодательства в области технического регулирования [28] необходима либо стандартизация методики измерений № К961, либо реализация второго варианта, широко практикующегося в последние годы – это включение аттестованных методик в Перечень документов по стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента (Перечень). Для реализации первого варианта УНИИМ подано предложение к проекту Программы национальной стандартизации на 2021 г. по ТК 335 «Методы испытаний агропромышленной продукции на безопасность» о разработке проекта национального стандарта ГОСТ Р «Пищевые продукты и продовольственное сырье. Определение микробной трансклутаминазы иммуноферментным методом» за счет собственных средств с обоснованием необходимости его разработки для целей подтверждения соответствия продукции требованиям технического регламента ТР ТС 029/2012 [18].

Таким образом, УНИИМ начата разработка комплекса метрологического обеспечения результатов измерений содержания МТГ в пробах продуктов питания, который отвечает требованиям законодательства в области обеспечения единства измерений [21]:

– методика измерений массовой доли микробной трансклутаминазы в пробах продуктов питания методом иммуноферментного анализа с помощью

набора реагентов «МТГ-ИФА», экспериментально апробирована,

– аттестована в соответствии с требованиями [21, 22] (свидетельство об аттестации методики измерений № 241.0002/RA.RU.311866/2019, выдано 11.02.2019 ФГУП «УНИИМ»),

– внесена в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений под номером ФР.1.31.2019.33721,

– подтвердила свою применимость по результатам МСИ для проб молочной и рыбной продукции;

– получен опыт подготовки однородных и стабильных образцов продуктов питания, содержащих МТГ, который будет использован для разработки СО утвержденного типа;

– подана заявка о разработке проекта национального стандарта ГОСТ Р «Пищевые продукты и продовольственное сырье. Определение микробной трансглутаминазы иммуноферментным методом» за счет собственных средств с обоснованием необходимости его разработки для целей подтверждения

продукции требованиям технического регламента ТР ТС 029/2012 [18].

Все работы ведутся в тесном сотрудничестве с разработчиками тест-системы (ООО «Хема») и испытательными лабораториями Россельхознадзора и Роспотребнадзора, обеспечивается быстрое и успешное внедрение новых методов и методик измерений (испытаний) пищевой продукции.

Вклад соавторов

Медведевских М. Ю.: концепция и инициирование исследования, формирование концепции работы, определение замысла и методологии статьи, критический анализ материалов статьи.

Студенок В. В.: сбор и обработка материала, подготовка первоначального варианта и доработка текста статьи.

Сергеева А. С.: критический анализ текста, компьютерная работа с текстом, написание текста.

Петухов П. А.: концепция и инициирование исследования, получение экспериментальных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлейкин А. Г., Данилов Н. П. Особенности применения трансглутаминазы в переработке молока // Вестник международной академии холода. 2015. № 3. С. 13–18
2. ¹H NMR spectroscopy as tool to study transglutaminase crosslinking of pea globulin / A. Djoullah et al. // FaBE2013 International conferences on food and biosystems engineering, technological educational institute of Thessaly. Skiathos Island, Greece. 2013. P. 351–355.
3. Шлейкин А. Г., Данилов Н. П., Красникова Л. В. Влияние трансглутаминазы на связывание сывороточных белков // Пищевая промышленность. 2009. № 7. С. 9–10.
4. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase / M. M. Moore et al. // Cereal Chem. 2006. Vol. 83, № 1. P. 28–36. <https://doi.org/10.1094/CC-83-0028>.
5. Влияние сахарного сиропа, меда и злаков на реологические свойства йогурта / А. Г. Шлейкин [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 2. С. 24–34.
6. Использование трансглутаминазы при производстве йогурта / З. С. Зобкова [и др.] // Молочная промышленность. 2013. № 12. С. 52–53.
7. Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life / P. Di Pierro et al. // LWT–Food. Sci. Technol. 2011. Vol. 44, № 10. P. 2324–2327. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.031>.
8. Application of transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin films as water barrier coatings in fried and baked foods / G. R. Marquez // Food Bioprocess Technol. 2014. Vol. 7, № 2. P. 447–455. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-1045-9>.
9. Lerner A., Aminov R., Matthias T. Transglutaminases in dysbiosis as potential environmental drivers of autoimmunity // Front. Microbiol. 2017. № 8. P. 66. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00066>.
10. Lerner A., Matthias T. Changes in intestinal tight junction permeability associated with industrial food additives explain the rising incidence of autoimmune disease // Autoimmun Rev. 2015. № 14. P. 479–489. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2015.01.009>.
11. Lerner A., Jeremias P., Matthias T. The world incidence and prevalence of autoimmune diseases is increasing // International Journal of Celiac Disease. 2015. Vol. 3, № 4. P. 151–155. <https://doi.org/10.12691/ijcd-3-4-8>.
12. Lerner A., Jeremias P., Matthias T. The world incidence of celiac disease is increasing: a review // Internat. J. of recent scient. 2015. № 7. P. 5491–5496.
13. Griffin M., Casadio R., Bergamini C. M. Transglutaminases: nature's biological glues // Biochem. J. 2002. № 368. P. 377–396. <https://doi.org/10.1042/BJ20021234>.
14. Шлейкин А. Г., Данилов Н. П. Эволюционно-биологические особенности трансглутаминазы. Структура, физиологические функции, применение. // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2011. Т. 47. № 1. С. 3–14. <https://doi.org/10.1134/S0022093011010014>.

15. Lerner A., Matthias T. Possible association between celiac disease and bacterial transglutaminase in food processing: a hypothesis // *Nutrition Reviews*. 2015. Vol. 73, № 8. P. 544–552. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv011>.
16. Lerner A., Matthias T. Changes in intestinal tight junction permeability associated with industrial food additives explain the rising incidence of autoimmune disease. *Autoimmunity Reviews*. 2015. Vol. 14, № 6. P. 479–489. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2015.01.009>.
17. Emulsifying properties of the transglutaminase-treated crosslinked product between peanut protein and fish (*Decapterus maruadsii*) protein hydrolysates / X. Hu et al. // *J. Sci Food Agric*. 2011. Vol. 91, № 3. P. 578–585. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4229>.
18. ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств. Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 г. № 58 // Росстандарт [Электронный ресурс]. URL: http://old.gost.ru/wps/portal/pages/directions/techreg?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/gostru/directions/technicalregulation/technicalregulationses/teh%20reg%20tc%20treb%20bez%20pizh%20dobavok.
19. Егоров А. М., Осипов А. П., Дзантиев Б. Б. Теория и практика иммуноферментного анализа. М.: Высш. шк., 1991. 288 с.
20. ELISA-based method to detect microbial transglutaminase in frozen surimi / Y. Li et al. // *Modern Food Science and Technology*. 2014. Vol. 30, № 9. P. 275–279. <https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.09.045>.
21. Об обеспечении единства измерений: федер. закон Рос. Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 11 июня 2008 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 18 июня 2008 г. (в редакции от 27 декабря 2019 № 496-ФЗ) // *Рос. газета*. 2019. 31 декабря.
22. ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений. М.: Стандартинформ, 2011.
23. ГОСТ Р 5725-2-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений. М.: Издательство стандартов, 2002.
24. РМГ 61–2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки. М.: Стандартинформ, 2013.
25. ГОСТ ISO/IEC17043–2013 Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации. М.: Стандартинформ, 2014.
26. ГОСТ Р 50779.60–2017 Статистические методы. Применение при проверке квалификации посредством межлабораторных испытаний. М.: Стандартинформ, 2017.
27. В систему госмониторинга Россельхознадзора с 2020 года будет включено исследование продуктов на наличие микробной трансглутаминазы (МТГ) // Официальный сайт Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору [Электронный ресурс] URL: <https://fsvps.gov.ru/fsvps/print/news/33418.html> (дата обращения: 29.08.2020).
28. О техническом регулировании: федер. закон Рос. Федерации от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 15 декабря 2002 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 18 декабря 2002 г. // *Рос. газета*. 2002. 27 декабря.
29. О стандартизации в Российской Федерации: федер. закон Рос. Федерации от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собрания Рос. Федерации 29 июня 2015 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 3 июля 2015 г. // *Рос. газета*. – Федеральный выпуск № 144(6715). 2015. 3 июля.

REFERENCE

1. Shleikin A. G., Danilov N. P. The use of transglutaminase in milk processing. *Journal of International Academy of Refrigeration*, 2015;(3):13–18. (In Russ.).
2. Djoullah A., Sok N., Djemaoune Y., Husson F., Saurel R. 1H NMR spectroscopy as tool to study transglutaminase crosslinking of pea globulin. In: *FaBE2013 International conferences on food and biosystems engineering, technological ducational institute of Thessaly*. Skiathos Island, Greece, 2013, p. 351–355.
3. Shleikin A. G., Danilov N. P., Krasnikova L. V. Influence of transglutaminase on whey proteins binding. *Food Industry*. 2009;(7):9–10. (In Russ.).
4. Moore M. M., Heinbockel M., Dockery P., Ulmer M. H., Arendt E. K. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal Chem*. 2006;83(1):28–36. <https://doi.org/10.1094/CC-83-0028>.
5. Shleikin A. G., Barakova N. V., Petrova M. N., Danilov N. P., Argymbaeva A. E. The influence of sugar syrup, honey and cereals on the rheological properties of yogurt. *Scientific Journal NRU ITMO. Processes and Food Production Equipment*. 2015;(2):24–34. (In Russ.).
6. Zobkova Z. S., Fursova T. P., Zenina D. V., Shidlovskaya V. P., Gavrilina A. D., Shelaginova I. R. Use of transglutaminase in yoghurt production. *Dairy Industry*. 2013;(12):52–53. (In Russ.).
7. Di Pierro P., Sorrentino A., Mariniello L., Giosafatto C. V. L., Porta R. Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life. *LWT–Food. Sci. Technol*. 2011;44(10):2324–2327. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.031>.
8. Marquez G. R., Di Pierro P., Esposito M., Mariniello L., Porta R. Application of transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin films as water barrier coatings in fried and baked foods. *Food Bioprocess Technol*. 2014;7(2):447–455. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-1045-9>.
9. Lerner A., Aminov R., Matthias T. Transglutaminases in Dysbiosis As Potential Environmental Drivers of Autoimmunity. *Front. Microbiol*. 2017;8:66. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00066>.

10. Lerner A., Matthias T. Changes in intestinal tight junction permeability associated with industrial food additives explain the rising incidence of autoimmune disease. *Autoimmun Rev.* 2015;14:479–489. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2015.01.009>.
11. Lerner A., Jeremias P., Matthias T. The world incidence and prevalence of autoimmune diseases is increasing: A review. *International Journal of Celiac Disease.* 2015;3(4):151–155. <https://doi.org/10.12691/ijcd-3-4-8>.
12. Lerner A., Jeremias P., Matthias T. The world incidence of celiac disease is increasing: a review. *Internat. J. of recent scient.* 2015;7:5491–5496.
13. Griffin M., Casadio R., Bergamini C. M. Transglutaminases: nature's biological glues. *Biochem. J.* 2002;(368):377–396. <https://doi.org/10.1042/BJ20021234>.
14. Shleikin A. G., Danilov N. P. Evolutionary-Biological Peculiarities of Transglutaminase. Structure, Physiological Functions, Application. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology.* 201;47(1):3–14. <https://doi.org/10.1134/S0022093011010014>. (In Russ.).
15. Lerner A., Matthias T. Possible association between celiac disease and bacterial transglutaminase in food processing: a hypothesis. *Nutrition Reviews.* 2015;73:544–552. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv011>.
16. Lerner A., Matthias T. Changes in intestinal tight junction permeability associated with industrial food additives explain the rising incidence of autoimmune disease. *Autoimmun Reviews.* 2015;14:479–489. <https://doi.org/10.1016/j.autrev.2015.01.009>.
17. Hu X., Ren J., Zhao M., Cui C., He P. Emulsifying properties of the transglutaminase treated crosslinked product between peanut protein and fish (*Decapтерус maruadsi*). *J Sci Food Agric.* 2011;91:578–85. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4229>.
18. TR CU029/2012 Safety requirements for food additives, flavors and technological aids. Available at: http://old.gost.ru/wps/portal/pages/directions/techreg? WCM_GLOBAL_CONTEXT=/gost/gostru/directions/technicalregulation/technicalregulations/teh%20reg%20tc%20treb%20bez%20pizh%20dobavok. (In Russ.).
19. Egorov A. M., Osipov A. P., Dzantiev B. B. Theory and practice of enzyme immunoassay. Moscow, Higher. shk., 1991, 288 p. (In Russ.).
20. Li Y. et al. ELISA-based method to detect microbial transglutaminase in frozen surimi. *Modern Food Science and Technology.* 2014;30(9):275–279. <https://doi.org/10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.09.045>.
21. Federal law «On ensuring the uniformity of measurements» No. FZ-102 of 26.06.2008. (In Russ.).
22. GOST R 8.563-2009 State system for ensuring the uniformity of measurements. Procedures of measurements. Moscow, Standartinform, 2011. (In Russ.).
23. GOST R 5725-2-2002 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 2. Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method. Moscow, Izdatel'stvo standartov, 2002. (In Russ.).
24. RMG 61–2010 State system for ensuring the uniformity of measurements. Accuracy, trueness and precision measures of the procedures for quantitative chemical analysis. Methods of evaluation. Moscow, Standartinform, 2013. (In Russ.).
25. GOST ISO/IEC 17043–2013 Conformity assessment. General requirements for proficiency testing. Moscow, Standartinform, 2014. (In Russ.).
26. GOST R 50779.60–2017 Statistical methods. Use in proficiency testing by interlaboratory comparison. Moscow, Standartinform, 2017. (In Russ.).
27. From 2020, the Rosselkhoz nadzor state monitoring system will include a study of products for the presence of microbial transglutaminase (mTG). In: Official website of the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance. Available at: <https://fsvps.gov.ru/fsvps/print/news/33418.html>. (In Russ.).
28. Federal law «About technical regulation» No. FZ-184 of 27.12.2002. (In Russ.).
29. Federal law «About standardization in the Russian Federation» No. FZ-162 of 29.06.2015. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Медведевских Мария Юрьевна – канд. хим. наук, заведующий лабораторией метрологического обеспечения физико-химических измерений УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».
 Российская Федерация, 620000, г. Екатеринбург,
 ул. Красноармейская, 4
 Тел: (343) 350-60-63
 e-mail: lab241@uniim.ru
 Researcher ID: G-6171–2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Mary Yu. Medvedevskikh – PhD (Chem.), head of laboratory for metrological support of physical and chemical measurements, UNIIM – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev Institute for Metrology.
 4 Krasnoarmeyskaya str., Ekaterinburg,
 620075, Russian Federation
 e-mail: lab241@uniim.ru
 Researcher ID: G-6171–2017

Сергеева Анна Сергеевна – канд. хим. наук, старший научный сотрудник лаборатории метрологического обеспечения физико-химических измерений УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

Российская Федерация, 620000, г. Екатеринбург,
ул. Красноармейская, 4
Тел: (343) 350-60-63
e-mail: sergeevaas@uniim.ru
ORCID: 0000-0001-8347-2633

Студенок Валерия Владимировна – инженер отдела Государственной службы стандартных образцов УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

Российская Федерация, 620000, г. Екатеринбург,
ул. Красноармейская, 4
e-mail: studenok@list.ru
ORCID: 0000-0002-3363-3133

Петухов Павел Александрович – заместитель директора по развитию ООО «ХЕМА».

Российская Федерация, 105264, г. Москва,
ул. 9-я Парковая, 48,1.
e-mail: onco.xema@gmail.ru

Anna S. Sergeeva – PhD (Chem.), senior researcher, laboratory for metrological support of physical and chemical measurements, UNIIM – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev Institute for Metrology.

4 Krasnoarmeyskaya str., Ekaterinburg,
620075, Russian Federation
e-mail: sergeevaas@uniim.ru
ORCID: 0000-0001-8347-2633

Valeriya V. Studenok – Engineer of the Department of the State Service of Reference Materials, UNIIM – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev Institute for Metrology.

4 Krasnoarmeyskaya str., Ekaterinburg,
620075, Russian Federation
e-mail: studenok@list.ru
ORCID: 0000-0002-3363-3133

Pavel A. Petukhov – Deputy director for development of LLC «ХЕМА».

48,1 Parkovaia str., Moscow,
105264, Russian Federation
e-mail: onco.xema@gmail.ru

ИНФОРМАЦИЯ.НОВОСТИ.СОБЫТИЯ / INFORMATION. NEWS. EVENTS

DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-63-69

УДК 006.91:331.363

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© А. Н. Пронин, Б. Я. Литвинов, М. В. Окрепилов, В. А. Слаев

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»

(ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: m.v.okrepilov@vniim.ru

ORCID: 0000-0001-9815-1795

Поступила в редакцию – 25 августа 2020 г.

Принята к публикации – 30 сентября 2020 г.

В статье кратко рассмотрены основные этапы развития системы метрологического образования в России, выделены основные задачи при подготовке специалистов-метрологов. Предложен альтернативный вариант интеграции образования и науки при осуществлении образовательной деятельности в Государственных научных метрологических центрах. Показано, что для проведения обучения целесообразно создание метрологических кластеров. В состав кластеров предлагается включать университеты, научные метрологические институты и общеобразовательные школы. Для реализации единообразия в подготовке будущих метрологов на всех этапах образовательной пирамиды предложен подход, основанный на разработке единого учебно-методического обеспечения.

Ключевые слова: метрологическое образование, интеграция образования и науки, метрологический кластер, учебно-методическое обеспечение

Ссылка при цитировании:

Метрологическое образование в России: итоги и перспективы / А. Н. Пронин [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16, № 3. С. 63–69. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-3-63-69

For citation:

Pronin A. N., Litvinov B. Ya., Okrepilov M. V., Slaev V. A. Metrological education in the Russian federation: progress and prospects. *Measurement standards. Reference materials*. 2020;16(3): 63–69. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-23-63-69 (In Russ.).

METROLOGICAL EDUCATION IN THE RUSSIAN FEDERATION: PROGRESS AND PROSPECTS

© Anton N. Pronin, Boris Ya. Litvinov, Mikhail V. Okrepilov, Valerii A. Slaev

D.I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM), Saint Petersburg, Russia
e-mail: m.v.okrepilov@vniim.ru
ORCID: 0000-0001-9815-1795

Received – 25 August, 2020.

Accepted for publication – 30 September, 2020.

The main purposes of education and training of metrological experts based on brief review of key development stages of metrological education system were underlined. The alternate version of integration of science and education, when learning activities are realising at state scientific metrological centres was suggested. There was showed that the creation of metrological cluster for providing the education is effectually. Such clusters should consist of universities, scientific metrological institutes as well as high-schools. For the realisation of uniformity of preparation and training of potential experts on the all stages of «educational stairs» was suggested the way based on development of united teaching and learning materials on methodological support.

Keywords: metrological education, science and education integration, metrological cluster, teaching and learning materials, methodological support

Введение

Результаты измерений используются практически во всех сферах человеческой деятельности. Достоверность и необходимая точность измерений обеспечивают правильность принимаемых решений на всех уровнях управления. Измерительная информация является неотъемлемой частью технологических процессов и научных экспериментов. Роль науки об измерении и применении его результатов постоянно возрастает. При этом одной из проблем является обеспечение квалифицированными кадрами научных и практических работ в области метрологии. Поэтому актуальная задача – развитие и совершенствование их подготовки.

Объект исследования

Объектом исследования является профессиональная подготовка метрологов на разных уровнях профессионального образования.

Методическая основа

Исследование выполнено на основе обобщения опыта и практики подготовки метрологов на разных уровнях профессионального образования, участия ВНИИМ «им. Д. И. Менделеева» в подготовке

метрологических кадров; анализа нормативных документов в целях определения путей решения проблем в подготовке метрологов.

Обсуждение

Обсуждение целесообразно начать с краткой истории вопроса. При становлении высшего профессионального метрологического образования в России пройден долгий путь. Подготовка метрологов в России была начата в 1899 году в Главной палате мер и весов, преемником которой является Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ). Первая «Программа для испытаний в знании метрологических приемов для лиц, желающих поступить в местные поверочные палатки», разработанная Главной палатой, была утверждена министром финансов С. Ю. Витте 4 апреля 1900 г. и явилась прообразом первого государственного образовательного стандарта [1]. Необходимость развития производства и экономики в начале 20-х годов двадцатого века привела к тому, что на Главную палату мер и весов была возложена подготовка и переподготовка кадров работников в области метрологии. Главная палата имела право организовывать подготовительные курсы, лекции, устанавливать объем специальных знаний,

необходимых для занятия научно-технических должностей в поверочных учреждениях на всей территории СССР. Таким образом, осуществлялась учебная, учебно-методическая, научно-методическая деятельность в вопросах подготовки метрологических кадров.

Следующий важный этап связан с приказом Госстандарта СССР от 5 июня 1968 г., согласно которому на основании постановления Совета Министров СССР был создан Всесоюзный институт повышения квалификации руководящих и инженерно-технических работников в области стандартизации, качества продукции и метрологии (ВИСМ) и его Ленинградский филиал. Филиал был создан с опорой на ВНИИМ. Первоначально были организованы две кафедры: кафедру электрических измерений возглавил директор ВНИИМ, д. т. н., профессор В. О. Арутюнов, а кафедру метрологии – начальник лаборатории фундаментальных физических констант ВНИИМ, д. т. н., профессор С. В. Горбачевич. Опытные метрологи, лучшие специалисты ВНИИМ составили основу профессорско-преподавательского коллектива филиала. Впоследствии ВНИИМ выступил с инициативой открытия новой специальности для целевой подготовки специалистов-метрологов в составе какого-либо из ленинградских вузов. В итоге в Северо-Западном заочном политехническом институте 25 января 1980 г. была организована базовая кафедра метрологии при ВНИИМ. Это стало первым шагом при подготовке метрологов в ведущих университетах России [2].

К середине тридцатых годов в СССР обучение в аспирантуре утвердилось как основная форма подготовки научных и научно-педагогических кадров. Подготовка аспирантов велась и во ВНИИМ. Ученый совет ВНИИМ продолжал работу и в блокадном Ленинграде. Преемственность соблюдается: подготовка научных кадров высшей квалификации через аспирантуру проводится до настоящего времени. После перехода на трехуровневую систему высшего образования в России продолжением деятельности по подготовке кадров в области метрологии стало создание во ВНИИМ отдела подготовки кадров высшей квалификации и образовательных технологий.

Подготовка метрологов и повышение метрологической грамотности всех выпускников технических вузов требует соответствующего научно-методического сопровождения. Многие учебники и учебные пособия, ставшие основными при осуществлении образовательной деятельности, были подготовлены учеными-метрологами ВНИИМ. В сфере научно-методической деятельности ВНИИМ долгие осуществляет тесное сотрудничество в образовательной сфере с целым рядом

университетов. Специалисты ВНИИМ принимают участие в работе Федерального учебно-методического объединения (ФУМО) по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 27.00.00, куда входит направление подготовки 27.00.01 «Стандартизация и метрология». В настоящее время подготовка будущих метрологов ведется во многих университетах в различных городах России.

ВНИИМ является непосредственным участником создания и развития системы формирования профессиональной направленности будущих специалистов в области метрологии и метрологического обеспечения с учетом разных форм обучения (очная, очно-заочная, заочная) и различных уровней профессионального образования (среднее профессиональное, бакалавриат, специалитет и магистратура, подготовка кадров высшей квалификации). Следует особо отметить роль ВНИИМ в развитии дополнительного профессионального образования. В результате многолетней образовательной деятельности, научно-методической и учебно-методической работы можно сделать следующие выводы.

1. Процесс обучения метрологов связан с обеспечением пирамиды подготовки специалистов в сфере высшего образования.
2. На развитие образовательных технологий большое влияние оказывают профессиональные стандарты.
3. Развитие образовательной деятельности в условиях индустрии 4.0 характеризуются дальнейшей интеграцией метрологической науки и образовательных технологий.

Пирамида подготовки специалистов связана с уровнем специализации на каждом последующем уровне образования. Подготовка бакалавров характеризуется высоким уровнем общей подготовки. Магистратура предполагает переход к реальной специализации. Аспирантура связана с дальнейшим уровнем специализации. При этом реализация образовательной траектории каждого студента предполагает возможность смены направления подготовки при переходе на следующий уровень образования.

Профессиональные стандарты содержат перечень трудовых функций и обобщенных трудовых функций в соответствии с квалификационными уровнями. Требование к образованию для высоких квалификационных уровней начиная с седьмого – магистратура (специалитет) и аспирантура. Задача при осуществлении образовательной деятельности – подготовка обучающихся к выполнению этих трудовых функций. В условиях современного уровня развития науки

и техники и перехода к индустрии 4.0 проблема интеграции метрологической науки и образовательных технологий при подготовке будущих метрологов становится наиболее актуальной.

Результаты

В настоящее время система подготовки метрологов в России сформирована. Она обеспечивает обучение на уровне бакалавриата, магистратуры, подготовку кадров высшей квалификации через аспирантуру и реализацию дополнительного профессионального образования. Перспективы системы подготовки зависят от реализации новых подходов к образовательному процессу. Интеграция образования и науки в сфере метрологии должна проходить с учетом необходимости получения измерительной информации практически во всех сферах экономической деятельности при сохранении единых принципов ее получения.

Повышение уровня подготовки кадров обычно связывается с дальнейшей интеграцией университетов и научно-исследовательских институтов (НИИ) в соответствии с конкретными направлениями подготовки бакалавров, магистров, аспирантов. Сама проблема интеграции решалась как создание аналогов НИИ при факультетах, входящих в состав университетов, где должны непосредственно проводиться научные исследования. Цели с точки зрения образовательного процесса: внедрение в рабочие программы дисциплин, последние достижения науки и привлечение студентов к научной и исследовательской деятельности.

Подход себя оправдывает при наличии следующих условий:

- потребность в большом числе кадров;
- наличие университета, специализирующегося на подготовке этих кадров.

Если эти два условия не выполняются, то создание научно-исследовательских подразделений непосредственно в университетах экономически не оправдано вследствие большой стоимости оборудования и программного обеспечения, необходимых для осуществления полноценной научной и образовательной деятельности. Подход к решению проблемы состоял в создании кафедр, получивших название «базовых». Суть подхода в том, что базовые кафедры оставались структурными подразделениями университетов, но при этом гарантировался доступ к материально-технической базе НИИ. Этот подход можно назвать «движение науки в университет». Альтернативный вариант можно представить как «движение образовательных технологий в НИИ» [3]. В полной мере это оправдано если НИИ

имеет статус Государственного научного центра (ГНЦ).

В ГНЦ создаются образовательные центры, в которых сотрудники, имеющие опыт практической и научной работы, а также опыт преподавания в сфере высшего образования, осуществляют учебный процесс в части всех специальных дисциплин и дисциплин специализации. Со стороны университета в учебный процесс включаются преподаватели дисциплин общенаучного цикла. Этот подход позволит проводить повышение квалификации, переподготовку и подготовку кадров высшей квалификации в области метрологии и метрологического обеспечения на необходимом уровне. В рамках образовательных центров при ГНЦ целесообразно начать подготовку магистров по магистерским программам метрологического профиля.

Интерес к метрологии как науке и практической сфере деятельности необходимо прививать будущим абитуриентам во время обучения в общеобразовательной школе. В итоге участники процесса при взаимодействии образуют треугольник, который является своеобразным образовательным кластером. Пример кластера приведен на рис. 1.

Параллельно доминанте «движение науки в университет» активно развиваются образовательные технологии по альтернативному варианту, в основе которого лежит создание полноценного образовательного центра в ГНЦ. Этот перспективный вариант развивается во ВНИИМ, который является Национальным метрологическим институтом. Это один из «элементов» образовательного кластера. Вторым «элементом» является университет. Точнее – несколько университетов Санкт-Петербурга, осуществляющих подготовку метрологов. Взаимодействие с ВНИИМ осуществляется на договорной основе. Третий «элемент» кластера – средние общеобразовательные школы № 684 и № 237 г. Санкт-Петербурга. Образованы метрологические классы. Взаимодействие с университетами и ВНИИМ осуществляется на договорной основе. Образовательный кластер открыт для новых участников, готовых к реализации образовательных технологий, направленных на дальнейшую интеграцию образования и науки.

Для реализации образовательных технологий в единой цепочке «школа – университет – дополнительное профессиональное образование» помимо материально-технического обеспечения требуется соответствующее научно-методическое и учебно-методическое сопровождение. Будущие метрологи на всех этапах обучения сразу должны говорить на одном языке, который принят в метрологическом сообществе. С учетом такой важной составляющей, как законодательная

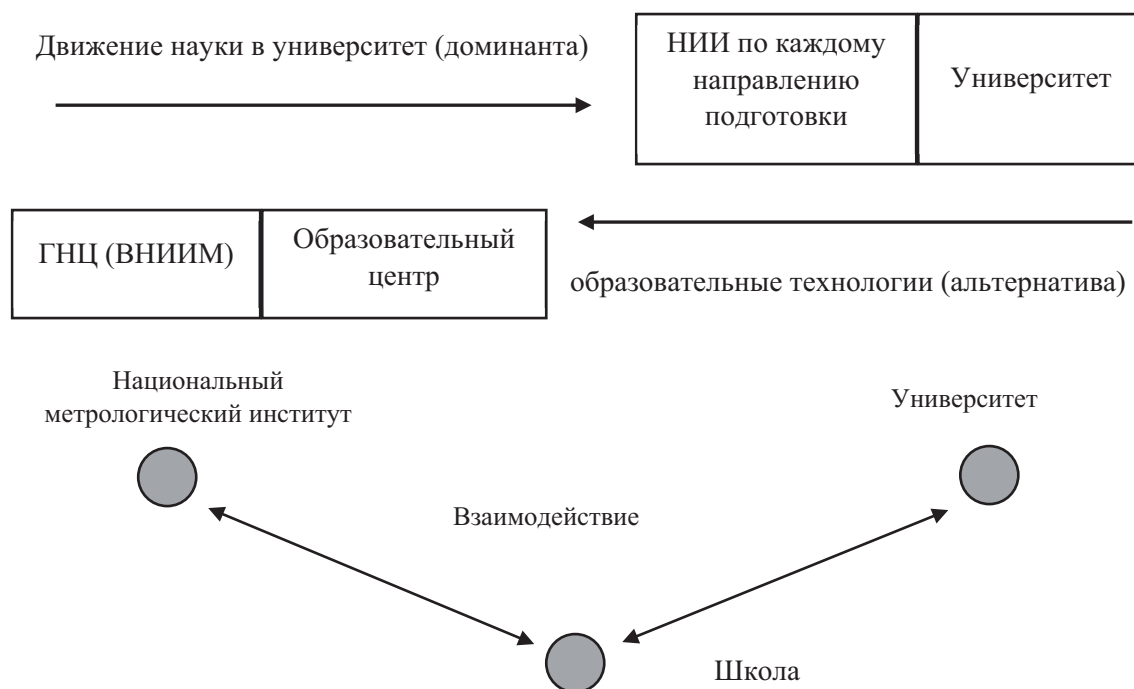


Рис. 1. Образовательный кластер

Fig. 1. Educational cluster

метрология, единое учебно-методическое сопровождение должно включать как метрологию, так и стандартизацию (рис. 2).

В дополнение к подготовке в аспирантуре, магистратуре, бакалавриате и общеобразовательной школе необходимо учитывать такой уровень среднего профессионального образования, т.е. подготовку метрологов в колледжах. В первую очередь единообразие подготовки необходимо обеспечить по отношению к базовым разделам метрологии. В качестве примера

можно привести вопросы, связанные с неопределенностью измерений, метрологической прослеживаемостью, калибровкой и поверкой, выбором средств измерений, основами обеспечения единства измерений и пр.

Сложность единообразного подхода к обучению на разных образовательных уровнях связана с различным уровнем подготовки слушателей (учеников). Принципиальная возможность подобного подхода уже была доказана. Хорошим примером может служить работа профессора Колорадского университета (США)

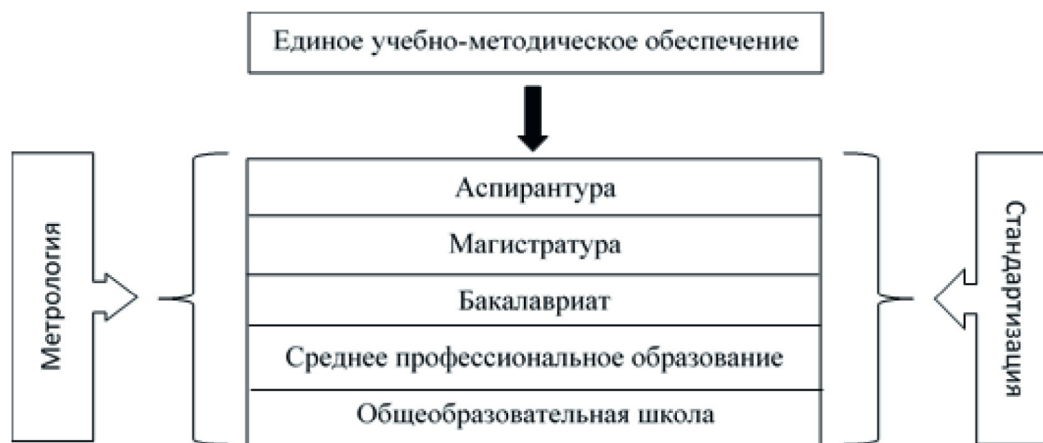


Рис. 2. Единое учебно-методическое обеспечение

Fig. 2. United learning methodological support

Дж. Тейлора [4]. Правда, уровни сложности были привязаны к младшим и старшим курсам университета, но сам подход при соответствующем развитии должен оказаться плодотворным. Важным условием является объединение преподавателей на различных уровнях обучения в единую команду.

Заключение

Перспективы метрологического образования в России связаны с внедрением инновационных образовательных технологий на основе кластеризации при реализации образовательного процесса. Измерительная информация относится к первичной информации, поступающей на вход информационных систем, и требуется практически во всех сферах экономической деятельности. В этих условиях создание полноценных образовательных центров в национальных метрологических институтах позволит решать проблемы материально-технического обеспечения и научно-методического сопровождения при подготовке метрологических кадров в России. Такой подход к единому учебно-методическому обеспечению в решении кадровых проблем в области метрологии и метрологического обеспечения является инновационным в деле интеграции науки и образования. Для его реализации есть все условия. Национальные метрологические институты в России имеют статус государственных научных центров и располагают:

- необходимой научно-технической базой;
- профессорско-преподавательским составом, имеющим опыт практической и научной работы;
- необходимым опытом в учебно-методической и научно-методической деятельности.

Само функционирование образовательных кластеров обеспечит связь обучаемых с современными тенденциями в развитии метрологии, такими как прослеживаемость, неопределенность измерений, ключевые сличения и базы данных по измерительным и калибровочным возможностям метрологических институтов, метрологические исследования в медицине и биологии, цифровая метрология, интеллектуальные средства измерений и т. п. Следует отметить, что при дальнейшем развитии кластерного подхода подготовка кадров для метрологических организаций и лабораторий может проходить с учетом географическо-климатических факторов, характерных для различных экономических зон Российской Федерации.

Вклад соавторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Автор Окрепилов М. В. является членом редакционной коллегии журнала «Эталоны. Стандартные образцы».

ЛИТЕРАТУРА

1. ВНИИМ и образовательная деятельность (к 175-летию ВНИИМ им. Д. И. Менделеева) / М. В. Окрепилов [и др.] // Законодательная и прикладная метрология. 2017. № 5. С. 48–52.
2. Окрепилов М. В., Литвинов Б. Я. ВНИИМ: подготовка специалистов-метрологов в сфере высшего образования // Компетентность. 2019. № 5. С. 12–17.
3. Пронин А. Н., Окрепилов М. В., Литвинов Б. Я. Государственный научный метрологический центр: проблемы кадрового обеспечения // Компетентность. 2018. № 8. С. 39–45.
4. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок: пер. с англ. Москва: Мир, 1985. 272 с.

REFERENCE

1. Okrepilov M. V., Litvinov B. Ya., Ginak E. B., Minina N. V. VNIIM and educational activities. Legislative and applied Metrology, 2017, no. 5, pp. 48–52 (in Russ.).
2. Okrepilov M. V., Litvinov B. Ya. VNIIM: training of metrological specialists in the field of higher education. Competency (Russia), 2019, no. 5, pp. 12–17 (in Russ.).
3. Pronin A. N., Okrepilov M. V., Litvinov B. Ya.. State scientific metrological centre: problems of personnel providing. Competency (Russia), 2019, no. 8, pp. 39–45 (in Russ.).
4. Taylor J. R. An introduction to error analysis. 1982. (Russ. ed.: Dedenko P. G. Vvedenie v teoriiu oshibok. Moscow, Mir Publ., 1985. 272 p.) (in Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пронин Антон Николаевич – и.о. генерального директора ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19. e-mail: info@vniim.ru

Литвинов Борис Яковлевич – д-р. техн. наук, доцент, главный научный сотрудник отдела подготовки кадров высшей квалификации и образовательных технологий ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19. e-mail: info@vniim.ru

Окрепилов Михаил Владимирович – д-р. техн. наук, доцент, заместитель директора по качеству и образовательной деятельности ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19. e-mail: m.v.okrepilov@vniim.ru
ORCID: 0000-0001-9815-1795

Слаев Валерий Абдуллович – д-р. техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева». Российская Федерация, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19. e-mail: info@vniim.ru
ORCID: 0000-0003-0347-7712

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anton N. Pronin – acting general director D. I. Mendeleyev Institute for Metrology. 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation e-mail: info@vniim.ru

Boris Ya. Litvinov – D. Sc. (Eng.), associate professor, chief researcher of the department for training highly qualified personnel and educational technologies D. I. Mendeleyev Institute for Metrology. 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation e-mail: info@vniim.ru

Mikhail V. Okrepilov – D. Sc. (Eng.), Associate Professor, Deputy Director for Quality and Educational Activities of the D. I. Mendeleyev Institute for Metrology (VNIIM) 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation e-mail: info@vniim.ru
e-mail: m.v.okrepilov@vniim.ru
ORCID: 0000-0001-9815-1795

Valerii A. Slaev – D. Sc. (Eng.), professor, chief scientist D. I. Mendeleyev Institute for Metrology. 19 Moskovskiy ave., St. Petersburg 190005, Russian Federation e-mail: info@vniim.ru
ORCID: 0000-0003-0347-7712

■ ВОПРОСЫ ВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА УТВЕРЖДЕННЫХ ТИПОВ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ / ASPECTS OF MAINTAINING THE STATE REGISTER OF REFERENCE MATERIALS OF APPROVED TYPE

Государственный реестр утвержденных типов стандартных образцов (Госреестр СО) является разделом Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений «Сведения об утвержденных типах стандартных образцов» и предназначен для регистрации стандартных образцов, типы которых утверждены Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Порядок ведения Госреестра СО и регистрации утвержденных типов стандартных образцов (ГСО) изложен в ПР 50.2.020-2007 «ГСИ. Государственный реестр утвержденных типов стандартных образцов. Порядок ведения».

Цели ведения Госреестра СО:

- учет и регистрация в установленном порядке стандартных образцов утвержденных типов, предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, а также стандартных образцов, не предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденных по представлению юридических лиц в добровольном порядке;
- создание централизованного фонда документов Госреестра СО, информационных данных о стандартных образцах, допущенных к выпуску и применению на территории Российской Федерации, изготовителях стандартных образцов, испытательных центрах стандартных образцов;
- учет выданных свидетельств об утверждении типов стандартных образцов;
- организация информационного обслуживания заинтересованных юридических и физических лиц, в том числе посредством ведения раздела Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений «Сведения об утвержденных типах стандартных образцов».

СВЕДЕНИЯ О НОВЫХ ТИПАХ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ

DATA ON NEW REFERENCE MATERIALS APPROVED IN 2019–2020

С. Т. Агишева

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: lana@uniim.ru

В этом разделе продолжается публикация сведений о стандартных образцах, утвержденных Росстандартом в соответствии с Административным регламентом по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений (Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 ноября 2018 г. № 2346, зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 8 февраля 2019 г. № 53732) и зарегистрированных в Госреестре СО. Сведения об утвержденных типах стандартных образцов представлены также в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (<https://fgis.gost.ru/fundmetrology/registry>). Дополнительная информация на СО может быть получена по запросу, направленному на e-mail: uniim@uniim.ru, gsso@gsso.ru.

ГСО 11503–2020 СО СОСТАВА ПОДСОЛНЕЧНЫХ МАСЕЛ (комплект СОПМ)

СО предназначен для градуировки средств измерений, контроля точности результатов измерений, аттестации методик измерений массовой доли фосфолипидов в подсолнечном масле. СО могут быть использованы для поверки и калибровки, а также контроля метрологических характеристик при проведении испытаний анализаторов массовой доли фосфолипидов АМДФ-1А и АРС и других, в том числе в целях утверждения типа, при условии соответствия метрологических и технических характеристик СО установленным требованиям.

Область применения – пищевая промышленность, испытания и контроль качества продукции, санитарно-эпидемиологический надзор.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля фосфолипидов (в пересчете на стеароолеолецитин), %.

СО представляет собой подсолнечное масло после различных стадий технологической переработки расфасованное в ПЭТ-бутылки объемом 1 дм³ закрытые винтовыми пробками с уплотнительными прокладками, с контролем первого вскрытия, снабженные этикеткой. Количество экземпляров СО в комплекте – 3.

ГСО 11504–2020/ГСО 11505–2020 СО СОСТАВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ (набор МС-1 СО УНИИМ)

СО предназначены для градуировки, поверки, установление метрологических характеристик при испытаниях в целях утверждения типа средств измерений, реализующих метод ИК спектроскопии; аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовых долей жира, белка, сухих веществ, лактозы в молоке и молочных продуктах.

Область применения – пищевая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование государственных эталонов единиц величин, применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля жира, белка, сухих веществ, лактозы, %.

СО представляет собой жидкий молочный продукт: МС-1–1 – молоко питьевое (ГОСТ 31450–2013, ГОСТ Р 56580–2015, ГОСТ 32252–2013), МС-1–2 – сливки питьевые (ГОСТ 31451–2013, ГОСТ 32924–2014), расфасованный по (20–40) см³ в стеклянные виалы с закручивающимися крышками, помещенные в картонную упаковку или в герметичный полиэтиленовый пакет с этикеткой. Количество типов СО в наборе – 2.

ГСО 11506–2020 СО МАССОВОЙ ДОЛИ D-ГЛЮКОЗЫ (SRM 917c)

СО предназначен для поверки, калибровки, градуировки анализаторов глюкозы, а также контроля метрологических характеристик при проведении их испытаний, в том числе с целью утверждения типа; аттестации методик (методов) измерений; контроля точности результатов измерений массовой доли D-глюкозы, полученных по методикам (методам) измерений в процессе их применения в соответствии с установленными в них алгоритмами.

Область применения – медицинская промышленность, клинично-диагностические лаборатории лечебно-профилактических учреждений.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля D-глюкозы, %.

Материал СО представляет собой кристаллическую D-глюкозу, расфасованную по 50 г во флаконы с этикеткой.

ГСО 11507–2020/ГСО 11510–2020 СО СТАЛЕЙ ЛЕГИРОВАННЫХ ТИПОВ 20ХГР, 20ХГНТР, 5МФРЛ (набор ИСО УГ45/1 – ИСО УГ48/1)

СО предназначены – для градуировки средств измерений при определении состава сталей (ГОСТ 4543–2016, ГОСТ 977–88) спектральными методами, аттестации методик измерений. СО могут применяться для контроля точности результатов измерений при определении состава сталей (ГОСТ 4543–2016, ГОСТ 977–88), для поверки (калибровки) средств измерений при условии соответствия их метрологических и технических характеристик критериям, установленным в методиках поверки (калибровки) соответствующих средств измерений, для испытаний средств измерений и стандартных образцов в целях утверждения типа.

Область применения – металлургия, машиностроение и другие отрасли.

Способ аттестации – сравнение со стандартным образцом, межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля элементов, %.

Материал СО приготовлен из сталей легированных типов 20ХГР, 20ХГНТР, 5МФРЛ в виде монолитных экземпляров цилиндрической формы диаметром (38–45) мм, высотой (23–30) мм (ГОСТ 7565–81, ГОСТ Р ИСО 14284–2009). Количество типов СО в наборе – 4.

ГСО 11511–2020/ГСО 11515–2020 СО ЧУГУНОВ ЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМИСТЫХ ТИПОВ ЧХ9Н5, ЧХ16М2, ЧХ22С, ЧХ28Д2, ЧХ32 (набор ИСО ЧГ41/1 – ИСО ЧГ45/1)

аттестации методик (методов) измерений, контроля точности результатов измерений, полученных по методикам (методам) измерений вязкости в процессе их применения в соответствии с установленными в них алгоритмами.

Область применения – нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая, химическая, пищевая, медицинская и других отраслях промышленности, осуществляющих контроля качества выпускаемой продукции.

Способ аттестации – использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО – кинематическая вязкость, мм²/с; динамическая вязкость, мПа*с.

СО представляет собой смесь авиационного масла МС-20 по ГОСТ 21743–76 и октола по ТУ 38.001179–74, разлитую в темные стеклянные или полимерные флаконы номинальной вместимостью 50 см³, 100 см³, 250 см³ или 500 см³. На каждый флакон наклеена этикетка.

ГСО 11520–2020 СО ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ (РЭВ-ВНИИМ-30000)

СО предназначен для поверки, калибровки, градуировки средств измерений вязкости, а также контроля метрологических характеристик при проведении их испытаний, в том числе в целях утверждения типа, аттестации методик (методов) измерений, контроля точности результатов измерений, полученных по методикам (методам) измерений вязкости в процессе их применения в соответствии с установленными в них алгоритмами.

Область применения – нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая, химическая, пищевая, медицинская и других отраслях промышленности, осуществляющих контроля качества выпускаемой продукции.

Способ аттестации – использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО – кинематическая вязкость, мм²/с; динамическая вязкость, мПа*с.

СО представляет собой смесь авиационного масла МС-20 по ГОСТ 21743–76 и октола по ТУ 38.001179–74, разлитую в темные стеклянные или полимерные флаконы номинальной вместимостью 50 см³, 100 см³, 250 см³ или 500 см³. На каждый флакон наклеена этикетка.

ГСО 11521–2020 СО ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ (РЭВ-ВНИИМ-60000)

СО предназначен для поверки, калибровки, градуировки средств измерений вязкости, а также контроля метрологических характеристик при проведении их испытаний, в том числе в целях утверждения типа, аттестации методик (методов) измерений, контроля точности

результатов измерений, полученных по методикам (методам) измерений вязкости в процессе их применения в соответствии с установленными в них алгоритмами.

Область применения – нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая, химическая, пищевая, медицинская и других отраслях промышленности, осуществляющих контроля качества выпускаемой продукции.

Способ аттестации – использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО – кинематическая вязкость, мм²/с; динамическая вязкость, мПа*с.

СО представляет собой смесь авиационного масла МС-20 по ГОСТ 21743–76 и октола по ТУ 38.001179–74, разлитую в темные стеклянные или полимерные флаконы номинальной вместимостью 50 см³, 100 см³, 250 см³ или 500 см³. На каждый флакон наклеена этикетка.

ГСО 11522–2020 СО СОСТАВА РАСТВОРА УРАНА (РУ1)

СО предназначен для градуировки средств измерений, аттестации методик измерений, контроля точности результатов измерений массовой концентрации урана-235 в ураносодержащих растворах в технологических аппаратах и трубопроводах. СО может применяться для поверки комплексов средств спектрометрических КСС-Т при условии соответствия метрологических характеристик СО требованиям методик поверки, а также контроля метрологических характеристик при проведении испытаний средств измерений массовой концентрации изотопа уран-235 в ураносодержащих растворах в том числе в целях утверждения типа.

Область применения – атомная промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО – массовая концентрация изотопа уран-235, мг/дм³.

СО представляет собой раствор урана в азотной кислоте концентрации 2 моль/дм³, полученный растворением в концентрированной азотной кислоте навески ГСО 7534–99, материалом которого является закись-окись урана, обогащенная по изотопу уран-235. СО изготавливают в неделимой форме (в виде специальных герметичных кювет с материалом СО). Материал СО объемом (1500±10) см³ помещают в изготовленную из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5582–75 кювету с плотно закрывающейся крышкой, обеспечивающей герметичность кюветы. Кювета в процессе применения СО не должна вскрываться. На боковую сторону кюветы наклеена этикетка.

ГСО 11523–2020 СО СОСТАВА РАСТВОРА УРАНА (РУ2)

СО предназначен для градуировки средств измерений, аттестации методик измерений, контроля точности результатов измерений массовой концентрации урана-235 в ураносодержащих растворах в технологических аппаратах и трубопроводах. СО может применяться для поверки комплексов средств спектрометрических КСС-Т при условии соответствия метрологических характеристик СО требованиям методик поверки, а также контроля метрологических характеристик при проведении испытаний средств измерений массовой концентрации изотопа уран-235 в ураносодержащих растворах в том числе в целях утверждения типа.

Область применения—атомная промышленность, научные исследования.

Способ аттестации—расчетно-экспериментальный.

Аттестованная характеристика СО—массовая концентрация изотопа уран-235, мг/дм³.

СО представляет собой раствор урана в азотной кислоте концентрации 2 моль/дм³, полученный растворением в концентрированной азотной кислоте навески ГСО 7534–99, материалом которого является закись-окись урана, обогащенная по изотопу уран-235. СО изготавливают в неделимой форме (в виде специальных герметичных кювет с материалом СО). Материал СО объемом (1500±10) см³ помещают в изготовленную из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т по ГОСТ 5582–75 кювету с плотно закрывающейся крышкой, обеспечивающей герметичность кюветы. Кювета в процессе применения СО не должна вскрываться. На боковую сторону кюветы наклеена этикетка.

ГСО 11524–2020 СО СОСТАВА СПЛАВА ТИТАНА (СО ЧМЗ ПТ-1М)

СО предназначен для поверки, калибровки средств измерений и контроля точности результатов измерений массовых долей алюминия и железа в сплавах титана марки ПТ-1М атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой и рентгенофлуоресцентным методом. СО может применяться для градуировки средств измерений совместно со стандартным образцом состава сплава титана (СО ЧМЗ ПТ-7М) и стандартным образцом состава сплава титана (СО ЧМЗ 2В).

Область применения—цветная металлургия, машиностроение, атомная энергетика.

Способ аттестации—использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля алюминия, железа, %.

СО представляет собой стружку из сплава титана марки ПТ-1М по ГОСТ 19807–91, толщиной не более 0,1 мм, расфасованную массой не менее 450 г в двойные полиэтиленовые пакеты или стеклянные банки с закрывающимися крышками. На каждый пакет или банку наклеена этикетка.

ГСО 11525–2020 СО СОСТАВА СПЛАВА ТИТАНА (СО ЧМЗ ПТ-7М)

СО предназначен для поверки, калибровки средств измерений и контроля точности результатов измерений массовых долей алюминия, циркония и железа в сплавах титана марки ПТ-7М атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой и рентгенофлуоресцентным методом. СО может применяться для градуировки средств измерений совместно со стандартным образцом состава сплава титана (СО ЧМЗ ПТ-1М) и стандартным образцом состава сплава титана (СО ЧМЗ 2В).

Область применения—цветная металлургия, машиностроение, атомная энергетика.

Способ аттестации—использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля алюминия, циркония, железа, %.

СО представляет собой стружку из сплава титана марки ПТ-7М по ГОСТ 19807–91, толщиной не более 0,1 мм, расфасованную массой не менее 450 г в двойные полиэтиленовые пакеты или стеклянные банки с закрывающимися крышками. На каждый пакет или банку наклеена этикетка.

ГСО 11526–2020 СО СОСТАВА СПЛАВА ТИТАНА (СО ЧМЗ 2В)

СО предназначен для поверки, калибровки средств измерений и контроля точности результатов измерений массовых долей алюминия, ванадия и железа в сплавах титана марки 2В атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой и рентгенофлуоресцентным методом. СО может применяться для градуировки средств измерений совместно со стандартным образцом состава сплава титана (СО ЧМЗ ПТ-1М) и стандартным образцом состава сплава титана (СО ЧМЗ ПТ-7М).

Область применения—цветная металлургия, машиностроение, атомная энергетика.

Способ аттестации—использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля алюминия, ванадия, железа, %.

СО представляет собой стружку из сплава титана марки 2В по ГОСТ 19807–91, толщиной не более 0,1 мм,

расфасованную массой не менее 450 г в двойные полиэтиленовые пакеты или стеклянные банки с закручивающимися крышками. На каждый пакет или банку наклеена этикетка.

ГСО 11527-2020/ГСО 11531-2020 СО СОСТАВА СПЛАВОВ АЛЮМИНИЕВЫХ ЛИТЕЙНЫХ III ГРУППЫ И СПЛАВОВ ДЕФОРМИРУЕМЫХ СИСТЕМ АЛЮМИНИЙ-МЕДЬ-МАГНИЙ И АЛЮМИНИЙ-МЕДЬ-МАРГАНЕЦ (набор VSAC3)

СО предназначены для градуировки средств измерений и аттестации методик измерений, применяемых при определении состава сплавов алюминиевых литейных III группы марок АМ5, АМ4,5Кд (ГОСТ 1583–93) и сплавов деформируемых систем алюминий-медь-магний и алюминий-медь-марганец марок Д1, Д16, Д16с, В65, Д18, Д19, Д19с, АК4, АК4–1, АК4–1с, 1201, АК6, АК8 (ГОСТ 4784–2019). СО могут быть использованы при испытаниях средств измерений и стандартных образцов в целях утверждения типа, контроле точности результатов измерений при условии соответствия метрологических и технических характеристик СО критериям, установленным в программах испытаний и методиках измерений.

Область применения – цветная металлургия.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля элементов, %.

Материал стандартных образцов изготовлен методом плавления из алюминия марки А85 (ГОСТ 11069–2001) с введением примесей в виде двойных лигатур на основе алюминия. СО представляют собой цилиндры диаметром (45 ± 2) мм, высотой (30 ± 20) мм или стружки толщиной $(0,2–0,4)$ мм. СО в виде цилиндров помещены в индивидуальную, снабженную этикеткой, упаковку, обеспечивающую сохранность при транспортировке. На нерабочую поверхность каждого цилиндра нанесен индекс СО. СО в виде стружки расфасованы минимальной массой 50 г в полиэтиленовые пакеты или банки с наклеенными этикетками. Количество типов СО в наборе – 5.

ГСО 11532-2020 СО СОСТАВА ОЛИВОМИЦИНА А

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой доли основного вещества исходной фармацевтической субстанции оливомицина А. СО может использоваться для поверки и калибровки анализаторов, средств измерений массовой доли оливомицина А, при соответствии метрологических и технических характеристик

СО требованиям методик поверки, калибровки средств измерений.

Область применения – фармацевтика, здравоохранение, ветеринария, охрана окружающей среды, научно-исследовательская деятельность, сельскохозяйственная и промышленная биотехнологии, осуществление мероприятий государственного контроля (надзора).

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля оливомицина А, массовая доля родственных соединений, суммарная массовая доля неорганических примесей, массовая доля хрома (Cr), массовая доля кальция (Ca), массовая доля железа (Fe), массовая доля ртути (Hg), суммарная массовая доля воды и органических растворителей, %.

СО представляет собой желтый или зеленоватый порошок без запаха, содержащий оливомицин А; материал расфасован в стеклянные ампулы с этикеткой емкостью 10 см³, закрытые герметичной алюминиевой крышкой, ампулы помещены в картонные футляры, устройство которых предохраняет СО от резких ударов и загрязнения.

ГСО 11533-2020 СО СОСТАВА ХЛОРБЕНЗОЛА (Хлб-ВНИИМ)

СО предназначен для передачи единиц массовой доли и молярной доли хлорбензола от ГЭТ 208 вторичным и разрядным рабочим эталонам; поверки, калибровки и/или градуировки средств измерений; испытаний средств измерений, в том числе в целях утверждения типа; характеристики и испытаний стандартных образцов, в том числе в целях утверждения типа; валидации и верификации методик (методов) измерений, методик калибровки; разработки и аттестации первичных референтных методик измерений, референтных методик измерений и методик измерений; контроля точности результатов измерений; межлабораторных сличительных (сравнительных) испытаний и других видов метрологических работ.

Область применения – нефтеперерабатывающая промышленность, охрана окружающей среды, производство химической и фармацевтической продукции, научные исследования.

Способ аттестации – использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО – молярная доля хлорбензола, %; массовая доля хлорбензола, мг/г.

СО представляет собой чистое жидкое вещество – хлорбензол, расфасованное по $(2,0 \pm 0,2)$ см³ в стеклянные

ампулы из прозрачного бесцветного стекла номинальным объемом 5 см³, снабженные этикеткой.

ГСО 11534–2020 СО ОБЪЕМНОЙ ДОЛИ N-МЕТИЛАНИЛИНА В БЕНЗИНЕ (СО ММА-ПА)

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений объемной доли N-метиланилина в автомобильных бензинах по ГОСТ 32515–2013 и ГОСТ Р 54323–2011. СО может применяться для поверки и калибровки средств измерений объемной доли N-метиланилина в автомобильных бензинах при условии соответствия его метрологических характеристик требованиям методик поверки и калибровки.

Область применения—нефтехимическая, нефтеперерабатывающая, химическая промышленности.

Способ аттестации—межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО—объемная доля N-метиланилина, %.

СО представляет собой раствор N-метиланилина (по СТП ТУ КОМП 2–187–2010) в стабилизированном бензине неэтилированном Премиум-95 (вид III) (по ГОСТ Р 51866–2002), разлитый в стеклянную ампулу с этикеткой, объем материала в ампуле не менее 1 см³, 2 см³ или 5 см³.

ГСО 11535–2020/ГСО 11540–2020 СО СОСТАВА СЕРЕБРА АФФИНИРОВАННОГО (набор СО СрА)

СО предназначены для градуировки средств измерений, аттестации методик измерений массовых долей элементов, применяемых при определении состава серебра; контроля точности результатов измерений, выполненных по методикам измерений при определении состава серебра, при условии соответствия метрологических и технических характеристик СО критериям, установленным в методиках измерений. СО могут быть использованы при поверке средств измерений, испытаниях средств измерений и стандартных образцов в целях утверждения типа, при условии соответствия метрологических и технических характеристик СО критериям, установленным в методиках поверки средств измерений, программах испытаний; а также для других видов метрологического контроля, при соответствии метрологических характеристик СО требованиям процедур метрологического контроля.

Область применения—цветная металлургия.

Способ аттестации—межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО—массовые доли элементов, %.

СО представляют собой сплав серебра аффинированного марки СрА-1 (ГОСТ 28595–2015) и 24-х элементов-примесей. Экземпляры СО изготовлены в виде

дисков толщиной от 5 мм, диаметром 34 мм или стружки крупностью не более 1 мм. СО в виде дисков упакованы в полиэтиленовые пакеты, на которые наклеены этикетки. СО в виде стружки расфасованы массой не менее 10 г в полиэтиленовые банки с закручивающимися крышками, на которые наклеены этикетки. Количество типов СО в наборе—6.

ГСО 11541–2020 СО СОСТАВА КОНЦЕНТРАТА ВОЛЬФРАМИТОГЮБЕНЕРИТОВОГО (ТВЕРДОСПЛАВНОГО) МАРКИ КВГ(Т)

СО предназначен для аттестации методик измерений, градуировки средств измерений и контроля точности результатов измерений при условии соответствия метрологических и технических характеристик СО критериям, установленным в методиках измерений.

Область применения—горнодобывающая, металлургическая, химическая промышленность, природопользование, научные исследования.

Способ аттестации—межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля элементов (в расчете на материал, высушенный при 105 °С в течение двух часов), %, млн⁻¹ (г/т).

СО представляет собой полученный при обогащении вольфрамовых руд месторождений РФ порошок темного серого цвета с размерами частиц не более 0,125 мм; расфасован по 30 г или 50 г в герметично закрывающиеся полиэтиленовые банки объемом 30 см³ или 50 см³.

ГСО 11542–2020 СО СОСТАВА КЕТАМИНА ГИДРОХЛОРИДА (МЭЗ-003)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции кетамина гидрохлорида, лекарственных препаратах и материалах, в состав которых входит кетамин гидрохлорид титриметрическим и хроматографическим методами. СО может использоваться для построения градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения—судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации—применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля кетамина гидрохлорида, %.

СО представляет собой субстанцию кетамина гидрохлорида, белый кристаллический порошок,

расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в виалы из стекла объемами 2 см³, 4 см³ или 10 см³, с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием идентификационного номера экземпляра, помещается в zip-пакет, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

**ГСО 11543-2020 СО СОСТАВА
ЛОРНОКСИКАМА (МЭЗ-005)**

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции лорноксикама, лекарственных препаратах и материалах, в состав которых входит лорноксикам титриметрическим и хроматографическим методами. СО может использоваться для построения градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения – судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методов измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля лорноксикама, %.

СО представляет собой субстанцию лорноксикама, желтый с зеленоватым оттенком кристаллический порошок, расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в виалы из стекла объемами 2 см^3 , 4 см^3 , или 10 см^3 , с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием идентификационного номера экземпляра, помещается в контейнер, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

**ГСО 11544-2020/ГСО 11545-2020 СО МЕХАНИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ СТАЛЕЙ (набор ИНКО МСС-МН 1)**

Со предназначены для испытаний в целях утверждения типа средств измерений механических напряжений, использующих метод акустоупругости; поверки и калибровки средств измерений механических напряжений, использующих метод акустоупругости; контроля качества результатов измерений механических напряжений.

Область применения—газовая, нефтяная, нефтехимическая промышленность, машиностроение, атомная энергетика, коммунальное хозяйство, строительство.

Способ аттестации – использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО—напряжение, предел пропорциональности, МПа (Н/мм²); напряжение, предел текучести условный с допуском на величину пластической деформации 0,2 % МПа (Н/мм²); напряжение, предел прочности (временное сопротивление), МПа (Н/мм²); приращение напряжения при приращении относительного удлинения 1 % (модуль упругости), МПа (Н/мм²).

СО представляют собой плоские образцы номинальной шириной рабочей части 30 мм, номинальной толщиной рабочей части 10 мм, номинальной длиной рабочей части 160 мм из конструкционной стали (СО-100) или номинальной шириной рабочей части 40 мм, номинальной толщиной рабочей части 12 мм, номинальной длиной рабочей части 80 мм из высококачественной конструкционной высоколегированной стали (СО-800). Конструкция концов образцов обеспечивает возможность их закрепления в захватах разрывных и универсальных испытательных машин. СО помещены в индивидуальную, снабженную этикеткой, упаковку – полиэтиленовый пакет, обеспечивающую сохранность при транспортировке и хранении. На нерабочую поверхность каждого СО нанесен индекс СО, номер партии СО. Количество типов СО в наборе – 2.

**ГСО 11546-2020/ГСО 11550-2020
СО ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ
ПОРОД (ИМИТАТОРЫ) (набор СО ГП)**

СО предназначены для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений коэффициента газопроницаемости при заданном обратном поровом давлении по гелию и азоту и коэффициента абсолютной газопроницаемости горных пород. СО могут применяться для калибровки средств измерений, испытаний средств измерений и стандартных образцов в целях утверждения типа при условии соответствия СО установленным требованиям.

Область применения – нефтяная промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО—коэффициент газопроницаемости при заданном обратном поровом давлении по азоту, мкм²; коэффициент газопроницаемости при заданном обратном поровом давлении по гелию, мкм²; коэффициент абсолютной газопроницаемости, мкм².

СО представляют собой формованный огнеупор на основе Al_2O_3 в виде цилиндра длиной (20–60) мм; диаметром 30 мм или 25 мм. Каждый экземпляр



СО расфасован в пластиковый или деревянный футляр с этикеткой. На каждом экземпляре выгравирован номер по Госреестру СО, индекс СО и номер экземпляра. Количество типов СО в наборе—5.

ГСО 11551-2020 СО СОСТАВА НИКЕЛЯ (НН-2)

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений массовой доли азота, водорода и кислорода в никеле марок Н-0, Н-1У, Н-1Ау, Н-1, Н-2 (ГОСТ 849-2018) и марки NORNICKEL по ТУ 24.45.11-243-48200234-2018. СО может применяться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения—цветная металлургия.

Способ аттестации—сравнение со стандартным образцом.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля элементов, %.

СО представляет собой никель марки Н-2 (ГОСТ 849-2018) в виде стружки крупностью (0,5–2) мм. СО расфасован по 50 г в стеклянные банки с крышками. На банки наклеены этикетки.

ГСО 11552-2020 СО СОСТАВА ТЕБАИНА (МЭЗ-004)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции тебаина, лекарственных средствах и материалах, в состав которых входит тебаин. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения—судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации—применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля тебаина, %.

СО представляет собой субстанцию тебаина, почти белый порошок, расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в виалы из стекла объемами 2 см³, 4 см³ или 10 см³, с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием идентификационного номера экземпляра, помещается в zip-пакет, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

ГСО 11553-2020 СО СОСТАВА КЛОЗАПИНА (МЭЗ-006)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции клозапина, лекарственных средствах и материалах, в состав которых входит клозапин. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения—судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации—применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля клозапина, %.

СО представляет собой субстанцию клозапина, желтый мелкокристаллический порошок, расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в виалы из стекла объемами 2 см³, 4 см³ или 10 см³, с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием идентификационного номера экземпляра, помещается в zip-пакет, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

ГСО 11554-2020 СО СОСТАВА АДРЕНАЛИНА

ТАРТРАТА (МЭЗ-007)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции адреналина тартрата, лекарственных средствах и материалах, в состав которых входит адреналина тартрат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения—судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации—применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля адреналина тартрата, %.

СО представляет собой субстанцию адреналина тартрата, белый или серовато-белый кристаллический порошок, расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в виалы из стекла объемами 2 см³, 4 см³ или 10 см³, с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием

идентификационного номера экземпляра, помещается в zip-пакет, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

ГСО 11555-2020 СО СОСТАВА ДРОПЕРИДОЛА (МЗЗ-008)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции дроперидола, лекарственных средствах и материалах, в состав которых входит дроперидол. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения – судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля дроперидола, %.

СО представляет собой субстанцию дроперидола, белый с коричневатым оттенком цвета мелкокристаллический порошок, расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в виалы из стекла объемами 2 см³, 4 см³ или 10 см³, с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием идентификационного номера экземпляра, помещается в zip-пакет, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

ГСО 11556-2020 СО СОСТАВА ДИКЛОФЕНАКА НАТРИЯ (МЗЗ-010)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции диклофенака натрия, лекарственных средствах и материалах, в состав которых входит диклофенак натрия. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения – судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля диклофенака натрия, %.

СО представляет собой субстанцию диклофенака натрия, светло-желтого цвета кристаллический порошок, слегка гигроскопичный, расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в виалы из стекла объемами 2 см³, 4 см³ или 10 см³, с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием идентификационного номера экземпляра, помещается в zip-пакет, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

ГСО 11557-2020 СО СОСТАВА ТИМОЛОЛА МАЛЕАТА (МЗЗ-011)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции тимолола малеата, лекарственных средствах и материалах, в состав которых входит тимолола малеат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения – судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля тимолола малеата, %.

СО представляет собой субстанцию тимолола малеата, почти белый кристаллический порошок, расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в виалы из стекла объемами 2 см³, 4 см³ или 10 см³, с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием идентификационного номера экземпляра, помещается в zip-пакет, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

ГСО 11558-2020 СО СОСТАВА КВЕТИАПИНА ФУМАРАТА (МЗЗ-012)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции кветиапина фумарата, лекарственных средствах и материалах, в состав которых входит кветиапина фумарат. СО может использоваться для установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений.

Область применения – судебно-медицинская экспертиза, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – применение аттестованных методик измерений.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля кветиапина фумарата, %.

СО представляет собой субстанцию кветиапина фумарата, почти белый порошок, расфасованный массой от (10 ± 1) мг, по требованию заказчика, в вials из стекла объемами 2 см³, 4 см³ или 10 см³, с обжимными колпачками. Каждая виала снабжается этикеткой с указанием идентификационного номера экземпляра, помещается в zip-пакет, снабженный этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010.

ГСО 11559-2020 СО СОСТАВА ИБУПРОФЕНА (ГИЛС-ИБУПРОФЕН)

СО предназначен для контроля точности результатов измерений и аттестации методик измерений массовой доли основного вещества в субстанции ибупрофена, фармацевтических препаратах и материалах, в состав которых входит ибупрофен. СО может использоваться для: установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики измерений; калибровки средств измерений при соответствии метрологических характеристик стандартного образца требованиям методики калибровки.

Область применения – здравоохранение, фармацевтическая промышленность, научные исследования.

Способ аттестации – использование государственных эталонов единиц величин.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля ибупрофена, %.

СО представляет собой субстанцию ибупрофена, кристаллический порошок белого или почти белого цвета ((2RS)-2-[4-(2-Метилпропил)фенил]пропановая кислота), расфасованный по 250 мг во флаконы темного стекла марки ОС или ОС-1 с кримповыми крышками. Каждый флакон снабжается этикеткой, оформленной согласно требованиям ГОСТ Р 8.691-2010, с указанием идентификационного номера экземпляра и помещается в полиэтиленовый пакет.

ГСО 11560-2020 СО СОСТАВА КАЛИЯ ХЛОРИСТОГО ФЛОТАЦИОННОГО (ГСО КХФ-91)

СО предназначен для поверки, установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной)

характеристики анализатора калия хлористого в минеральных солях RGI LABKAM; аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений при определении состава калия хлористого флотационного по ГОСТ 20851.3–93 и аттестованным методикам измерений.

Область применения – производство минеральных удобрений, геология, сельское хозяйство, химическая промышленность.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля компонентов, % (в пересчете на материал, высушенный до постоянной массы при $(105-110)$ °С в соответствии с ГОСТ 20851.4–75).

СО представляет собой калий хлористый флотационный в виде кристаллического порошка бежевого цвета, размером частиц не более 1 мм, расфасованный по 1100 г в банки из темного стекла объемом 2 дм³ с завинчивающимися крышками. На каждую банку наклеена этикетка.

ГСО 11561-2020 СО СОСТАВА КАЛИЯ ХЛОРИСТОГО ФЛОТАЦИОННОГО (ГСО КХФ-95,59)

СО предназначен для поверки, установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики анализатора калия хлористого в минеральных солях RGI LABKAM; аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений при определении состава калия хлористого флотационного по ГОСТ 20851.3–93 и аттестованным методикам измерений.

Область применения – производство минеральных удобрений, геология, сельское хозяйство, химическая промышленность.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО – массовая доля компонентов, % (в пересчете на материал, высушенный до постоянной массы при $(105-110)$ °С в соответствии с ГОСТ 20851.4–75).

СО представляет собой калий хлористый флотационный в виде кристаллического порошка бежевого цвета, размером частиц не более 1 мм, расфасованный по 1100 г в банки из темного стекла объемом 2 дм³ с завинчивающимися крышками. На каждую банку наклеена этикетка.

ГСО 11562-2020 СО СОСТАВА КАЛИЯ ХЛОРИСТОГО ФЛОТАЦИОННОГО (ГСО КХФ-97,64)

СО предназначен для поверки, установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной)

характеристики анализатора калия хлористого в минеральных солях RGI LABKAM; аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений при определении состава калия хлористого флотационного по ГОСТ 20851.3–93 и аттестованным методикам измерений.

Область применения – производство минеральных удобрений, геология, сельское хозяйство, химическая промышленность.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля компонентов, % (в пересчете на материал, высушенный до постоянной массы при (105–110) °С в соответствии с ГОСТ 20851.4–75).

СО представляет собой калий хлористый флотационный в виде кристаллического порошка бежевого цвета, размером частиц не более 1 мм, расфасованный по 1100 г в банки из темного стекла объемом 2 дм³ с закручивающимися крышками. На каждую банку наклеена этикетка.

**ГСО 11563-2020 СО СОСТАВА КАЛИЯ ХЛОРИСТОГО
ФЛОТАЦИОННОГО (ГСО КХФМ-90,84)**

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений при определении состава калия хлористого флотационного по ГОСТ 20851.3–93 и аттестованным методикам измерений; поверки средств измерений; установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений; контроля метрологических характеристик средств измерений при проведении их испытаний, в том числе в целях утверждения типа.

Область применения – производство минеральных удобрений, геология, сельское хозяйство, химическая промышленность.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля компонентов, % (в пересчете на материал, высушенный до постоянной массы при (105–110) °С в соответствии с ГОСТ 20851.4–75).

СО представляет собой калий хлористый флотационный в виде мелкодисперсного кристаллического порошка бежевого цвета, с размером частиц не более 0,1 мм, расфасованный по 100 г в банки из темного стекла объемом 0,2 дм³ с закручивающимися крышками. На каждую банку наклеена этикетка.

**ГСО 11564-2020 СО СОСТАВА КАЛИЯ ХЛОРИСТОГО
ФЛОТАЦИОННОГО (ГСО КХФМ-95,45)**

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений при

определении состава калия хлористого флотационного по ГОСТ 20851.3–93 и аттестованным методикам измерений; поверки средств измерений; установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений; контроля метрологических характеристик средств измерений при проведении их испытаний, в том числе в целях утверждения типа.

Область применения – производство минеральных удобрений, геология, сельское хозяйство, химическая промышленность.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля компонентов, % (в пересчете на материал, высушенный до постоянной массы при (105–110) °С в соответствии с ГОСТ 20851.4–75).

СО представляет собой калий хлористый флотационный в виде мелкодисперсного кристаллического порошка бежевого цвета, с размером частиц не более 0,1 мм, расфасованный по 100 г в банки из темного стекла объемом 0,2 дм³ с закручивающимися крышками. На каждую банку наклеена этикетка.

**ГСО 11565-2020 СО СОСТАВА КАЛИЯ ХЛОРИСТОГО
ФЛОТАЦИОННОГО (ГСО КХФМ-97,69)**

СО предназначен для аттестации методик измерений и контроля точности результатов измерений при определении состава калия хлористого флотационного по ГОСТ 20851.3–93 и аттестованным методикам измерений; поверки средств измерений; установления и контроля стабильности градуировочной (калибровочной) характеристики средств измерений; контроля метрологических характеристик средств измерений при проведении их испытаний, в том числе в целях утверждения типа.

Область применения – производство минеральных удобрений, геология, сельское хозяйство, химическая промышленность.

Способ аттестации – межлабораторный эксперимент.

Аттестованная характеристика СО—массовая доля компонентов, % (в пересчете на материал, высушенный до постоянной массы при (105–110) °С в соответствии с ГОСТ 20851.4–75).

СО представляет собой калий хлористый флотационный в виде мелкодисперсного кристаллического порошка бежевого цвета, с размером частиц не более 0,1 мм, расфасованный по 100 г в банки из темного стекла объемом 0,2 дм³ с закручивающимися крышками. На каждую банку наклеена этикетка.



СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦАХ УТВЕРЖДЕННЫХ ТИПОВ, СРОК ДЕЙСТВИЯ СВИДЕТЕЛЬСТВ КОТОРЫХ ПРОДЛЕН

DATA ON REFERENCE MATERIALS OF APPROVED TYPE THE PERIOD OF VALIDITY OF WHICH HAS BEEN EXTENDED

С. Т. Агишева

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация
E-mail: lana@vniim.ru

Процедура продления срока действия свидетельств об утверждении типов стандартных образцов осуществляется Росстандартом на основании заявок, поступающих от изготовителей стандартных образцов, держателей свидетельств об утверждении типов стандартных образцов. По результатам рассмотрения указанных заявок принимают решение, оформленное в виде приказа Росстандарта «О продлении срока действия свидетельств об утверждении типов стандартных образцов».

В случае принятия положительного решения по продлению срока действия свидетельств изготовителям выдают свидетельства об утверждении типов стандартных образцов нового срока действия. Для стандартных образцов, форма выпуска которых серийное производство, срок действия свидетельств продлевают на последующие пять лет. Для стандартных образцов, выпущенных единичными партиями, устанавливают срок действия свидетельств, соответствующий сроку годности экземпляров стандартных образцов.

Стандартные образцы, срок действия свидетельств которых продлен во второй половине 2020 года, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Стандартные образцы, срок действия свидетельств которых продлен

Номер ГСО в Госреестре СО	Наименование стандартного образца утвержденного типа	Производство СО
<i>Приказ Росстандарта от 28 июля 2020 г. № 1295</i>		
ГСО 10646–2015	СО состава искусственной газовой смеси инертных и постоянных газов (ИП-К-1)	серийное
ГСО 10647–2015	СО состава искусственной газовой смеси инертных и постоянных газов (ИП-К-2)	серийное
ГСО 10648–2015	СО состава искусственной газовой смеси в воздухе (Air-K-1)	серийное
ГСО 10649–2015	СО состава искусственной газовой смеси в воздухе (Air-K-2)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 28 июля 2020 г. № 1296</i>		
ГСО 4407–89	СО температуры вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла) (TOT-1)	серийное
ГСО 10829–2016	СО температуры вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла) (ИНТЕГРСО TOT-2)	серийное
ГСО 10830–2016	СО температуры вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла) (ИНТЕГРСО TOT-3)	серийное
ГСО 10831–2016	СО температуры вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла) (ИНТЕГРСО TOT-4)	серийное

Номер ГСО в Госреестре СО	Наименование стандартного образца утвержденного типа	Производство СО
ГСО 10832–2016	СО температуры вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла) (ИНТЕГРСО TOT-5)	серийное
ГСО 8613–2004	СО температуры вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла) (TOT-6)	серийное
ГСО 8804–2006	СО температуры вспышки в открытом тигле (углеводороды, масла) (TOT-7)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 28 июля 2020 г. № 1297</i>		
ГСО 10791–2016	СО массовой доли микропримесей серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО МДМС-1)	серийное
ГСО 10792–2016	СО массовой доли микропримесей серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО МДМС-2)	серийное
ГСО 10793–2016	СО массовой доли микропримесей серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО МДМС-3)	серийное
ГСО 10794–2016	СО массовой доли микропримесей серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО МДМС-4)	серийное
ГСО 10795–2016	СО массовой доли микропримесей серы в нефтепродуктах (ИНТЕГРСО МДМС-5)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 12 августа 2020 г. № 1368</i>		
ГСО 9574–2010	СО дифракционных свойств кристаллической решетки (гексаборид лантана), ПРФ-12	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 02 сентября 2020 г. № 1475</i>		
ГСО 7974–2001	СО состава руды апатито-нефелиновой	единичное
ГСО 7975–2001	СО состава хвостов апатито-нефелинового производства	единичное
<i>Приказ Росстандарта от 02 сентября 2020 г. № 1476</i>		
ГСО 10672–2015	СО массовой доли азота и кислорода в стали (ИСО 7–14)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 03 сентября 2020 г. № 1477</i>		
ГСО 8575–2004	СО зольности нефти и нефтепродуктов (ЗЛ-1)	серийное
ГСО 8576–2004	СО зольности нефти и нефтепродуктов (ЗЛ-2)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 14 сентября 2020 г. № 1525</i>		
ГСО 10670–2015	СО состава и свойств раствора сахарозы (комплект САХАРОЗКА 10–60)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 14 сентября 2020 г. № 1526</i>		
ГСО 10727–2015	СО состава искусственной газовой смеси постоянных и углеводородных газов (ПУ-ВС-1)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 14 сентября 2020 г. № 1527</i>		
ГСО 10658–2015	СО состава фуллеренполиаминокапроновой кислоты (СО ФПАК)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 15 сентября 2020 г. № 1528</i>		
ГСО 8612–2004	СО коэффициента фильтруемости топлив (КФ)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 15 сентября 2020 г. № 1529</i>		
ГСО 9999–2011	СО максимальной высоты некоптящего пламени эталонной топливной смеси (МВ НП)	серийное

СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦАХ УТВЕРЖДЕННЫХ ТИПОВ, СРОК ДЕЙСТВИЯ УТВЕРЖДЕННЫХ ТИПОВ КОТОРЫХ ПРОДЛЕН

THE DATA ON THE CERTIFIED TYPE REFERENCE MATERIALS WHICH VALIDATION PERIOD WAS EXTENDED

С. Т. Агишева

Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация
e-mail: lana@vniim.ru

Процедура продления срока действия утвержденных типов стандартных образцов осуществляется Росстандартом на основании заявок, поступающих от изготовителей стандартных образцов. По результатам рассмотрения указанных заявок принимается решение, оформленное в виде приказа Росстандарта «О продлении срока действия утвержденных типов стандартных образцов».

Для стандартных образцов, форма выпуска которых – серийное производство, срок действия утвержденного типа продлевают на последующие пять лет. Для стандартных образцов, выпущенных единичными партиями, устанавливают срок действия утвержденного типа, соответствующий сроку годности экземпляров стандартных образцов.

Стандартные образцы, срок действия утвержденных типов которых продлен во второй половине 2020 года, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Стандартные образцы, срок действия утвержденных типов которых продлен

Приказ Росстандарта от 16 октября 2020 г. № 1722		
ГСО 9732–2010	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-0,3-НС)	серийное
ГСО 9733–2010	СО кислотного числа нефтепродуктов (КЧ-1,0-НС)	серийное
ГСО 9816–2011	СО фракционного состава товарной нефти (ФС-ТН-НС)	серийное
Приказ Росстандарта от 16 октября 2020 г. № 1723		
ГСО 10642–2015	СО состава искусственной газовой смеси в воздухе (Air-Ц-1)	серийное
ГСО 10643–2015	СО состава искусственной газовой смеси в азоте (N ₂ -Ц-1)	серийное
ГСО 10644–2015	СО состава искусственной газовой смеси в азоте (N ₂ -Ц-2)	серийное
ГСО 10645–2015	СО состава искусственной газовой смеси CH ₄ /воздух	серийное
Приказ Росстандарта от 13 ноября 2020 г. № 1821		
ГСО 10669–2015	СО состава форменных элементов крови – гематологический контроль (ком-плект ГК-ВНИИМ)	серийное
Приказ Росстандарта от 13 ноября 2020 г. № 1826		
ГСО 10723–2015	СО состава и свойств тощего угля (УТ-ВНИИМ)	серийное

<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1838</i>		
ГСО 9872–2011	СО состава цинка высокой чистоты 41XZ4 (CRM)	единичное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1840</i>		
ГСО 164–90П	СО состава стали легированной типа 4ХЗВМФ (С22)	серийное
ГСО 250–91П	СО состава стали легированной типа АС14 (УНЛ8)	серийное
ГСО 431–84П	СО состава концентрата марганцеворудного (Р12)	серийное
ГСО 1692–87П	СО состава стали легированной типа 3411 (С9)	серийное
ГСО 8085–94	СО состава стали легированной типа 15Х5 (С23–1)	серийное
ГСО 8656–2005	СО состава ванадия пятиокиси технической (Р30)	серийное
ГСО 9683–2010	СО состава концентрата медного типа КМ7 (Р34)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1841</i>		
ГСО 9817–2011	СО давления насыщенных паров нефтепродуктов (ДНП-ПА)	серийное
ГСО 10729–2015	СО потерь от испарения моторного масла (СО ИМН-ПА)	серийное
ГСО 10730–2015	СО состава раствора ионов металлов (СО ВРК-ПА-1)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1842</i>		
ГСО 9475–2009	СО массовой концентрации железа в автомобильных бензинах (МКЖ-1)	серийное
ГСО 9476–2009	СО массовой концентрации железа в автомобильных бензинах (МКЖ-2)	серийное
ГСО 9477–2009	СО массовой концентрации железа в автомобильных бензинах (МКЖ-3)	серийное
ГСО 9478–2009	СО массовой концентрации железа в автомобильных бензинах (МКЖ-4)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1843</i>		
ГСО 10712–2015	СО состава искусственной газовой смеси в аргоне (Ar-НК-1)	серийное
ГСО 10713–2015	СО состава искусственной газовой смеси в аргоне (Ar-НК-2)	серийное
ГСО 10714–2015	СО состава искусственной газовой смеси в воздухе (Air-НК-1)	серийное
ГСО 10715–2015	СО состава искусственной газовой смеси в воздухе (Air-НК-2)	серийное
ГСО 10716–2015	СО состава искусственной газовой смеси в азоте (N ₂ -НК-1)	серийное
ГСО 10717–2015	СО состава искусственной газовой смеси в азоте (N ₂ -НК-2)	серийное
ГСО 10718–2015	СО состава искусственной газовой смеси в гелии (He-НК-1)	серийное
ГСО 10719–2015	СО состава искусственной газовой смеси в гелии (He-НК-2)	серийное
ГСО 10720–2015	СО состава искусственной газовой смеси в водороде (H ₂ -НК-2)	серийное
ГСО 10721–2015	СО состава искусственной газовой смеси в метане (CH ₄ -НК-2)	серийное
ГСО 10722–2015	СО состава искусственной газовой смеси инертных, постоянных и углеводородных газов (ИПУ-НК-1)	серийное

<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1845</i>		
ГСО 10728–2015	СО состава искусственной газовой смеси инертных, постоянных и углеводородных газов (ИПУ-ТН-2)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1846</i>		
ГСО 8690–2005	СО испаряемости моторных масел по методу Ноака (ИМН)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1847</i>		
ГСО 8543–2004	СО условной вязкости нефтепродуктов (ВУт)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1849</i>		
ГСО 9899–2011	СО состава никеля (ННМГ-1)	единичное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1850</i>		
ГСО 7865–2000	СО поглощенной дозы фотонного и электронного излучений (сополимер с феназиновым красителем) СО ПД(Ф)Р–5/50	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1853</i>		
ГСО 890–92П	СО состава стали легированной типа 08Х18Н12Б (С37)	серийное
ГСО 965–92П	СО состава стали легированной типа 08Х17Т (С35)	серийное
ГСО 966–91П	СО состава стали легированной типа Св-08Х19Н9Ф2С2 (С41)	серийное
ГСО 1148–91П	СО состава чугуна литейного типа ЛР6 (Ч5)	серийное
ГСО 1181–91П	СО состава стали углеродистой типа 08кп (УНЛ1)	серийное
ГСО 1423–92П	СО состава стали углеродистой типа А12 (УНЛ3)	серийное
ГСО 1557–91П	СО состава стали легированной типа 20ХГНТР (УНЛ7)	серийное
ГСО 2011–90П	СО состава стали легированной типа 110Г13Л (С51)	серийное
ГСО 2717–93П/ 2721–93П	СО состава сталей углеродистых типов Ст0, Ст5сп, 60, 85 (комплект СО УГ17-УГ21)	серийное
ГСО 4117–87	СО состава огнеупора хромитопериклазового типа ХПЗ (К5)	серийное
ГСО 6382–92/ 6386–92	СО состава сталей легированных типов 5х2мнф, 40ХН2Л, 3Х2МНФ, 20ХН4ФА, 5ХНМ (комплект УГ33-УГ37)	серийное
ГСО 7860–2000	СО состава сталей легированных типов Р9К5, Р6М5 (комплект СО ЛГ44-ЛГ48)	серийное
ГСО 7868–2000	СО состава стали углеродистой типа Ст3сп (У19)	серийное
ГСО 8655–2005	СО состава феррованадия типа FeV80 (Ф40)	серийное
ГСО 8695–2005	СО состава ферроникеля малоуглеродистого (Ф41)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1854</i>		
ГСО 10000–2011	СО состава оксида кобальта (комплект К)	единичное
<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1856</i>		
ГСО 9835–2011	СО минерального состава воды природной (МСВ АК)	серийное

<i>Приказ Росстандарта от 19 ноября 2020 г. № 1858</i>		
ГСО 10703–2015	СО состава искусственной газовой смеси в воздухе (Air-M3-1)	серийное
ГСО 10704–2015	СО состава искусственной газовой смеси в воздухе (Air-M3-2)	серийное
ГСО 10705–2015	СО состава искусственной газовой смеси в азоте (N ₂ -M3-0)	серийное
ГСО 10706–2015	СО состава искусственной газовой смеси в азоте (N ₂ -M3-1)	серийное
ГСО 10707–2015	СО состава искусственной газовой смеси в азоте (N ₂ -M3-2)	серийное
ГСО 10708–2015	СО состава искусственной газовой смеси в гелии (He-M3-1)	серийное
ГСО 10709–2015	СО состава искусственной газовой смеси в гелии (He-M3-2)	серийное
ГСО 10710–2015	СО состава искусственной газовой смеси в аргоне (Ar-M3-1)	серийное
ГСО 10711–2015	СО состава искусственной газовой смеси на основе постоянных газов (ПГ-M3-1)	серийное
<i>Приказ Росстандарта от 20 ноября 2020 г. № 1873</i>		
ГСО 10697–2015	СО состава искусственной газовой смеси химически активных газов (ХА-Л-1)	серийное
ГСО 10698–2015	СО состава искусственной газовой смеси химически активных газов (ХА-Л-2)	серийное
ГСО 10699–2015	СО состава искусственной газовой смеси инертных, постоянных и углеводородных газов (ИПУ-Л-0)	серийное
ГСО 10700–2015	СО состава искусственной газовой смеси инертных, постоянных и углеводородных газов (ИПУ-Л-1)	серийное
ГСО 10701–2015	СО состава искусственной газовой смеси инертных, постоянных и углеводородных газов (ИПУ-Л-2)	серийное
ГСО 10702–2015	СО состава искусственной газовой смеси–имитатор природного газа (ИПГ-Л-1)	серийное

В следующих номерах журнала будет продолжена публикация сведений о вновь утвержденных типах стандартных образцов и стандартных образцах, срок действия свидетельств которых продлен в соответствии с принятыми Росстандартом решениями.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

Журнал «Эталоны. Стандартные образцы» до 2020 года издавался под названием «Стандартные образцы».

Журнал «Эталоны. Стандартные образцы» имеет тематическую направленность и публикует результаты фундаментальных и прикладных исследований в области метрологии и смежных наук, связанных с вопросами стандартных образцов на территории Российской Федерации и за рубежом.

Приоритетные задачи и направления журнала состоят в создании открытой площадки для обмена научной информацией, отражающей научные взгляды, результаты и достижения фундаментальных и прикладных исследований.

Журнал принимает к публикации передовые и оригинальные статьи, материалы аналитического, научно-исследовательского, научно-методического, консультативного и информационного характера; переводы статей, опубликованных в зарубежных журналах (при согласии правообладателя на перевод и публикацию); обзоры; комментарии и отчеты о мероприятиях.

В журнале может быть опубликован любой автор, независимо от места проживания, национальности и наличия ученой степени, представивший ранее не опубликованный материал, не предназначенный к одновременной публикации в других изданиях. Прием статей для публикации в журнале осуществляется в постоянном режиме.

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ЖУРНАЛА:

Передовая статья

- Научно-методические подходы, концепции

Оригинальные статьи

- Эталоны
- Разработка, производство стандартных образцов
- Применение стандартных образцов
- Сличения стандартных образцов
- Современные методы анализа веществ и материалов

Методические материалы. Нормативы. Стандарты. Международные стандарты.

Переводы

Материалы конференций

Информация. Новости. События

Журнал осуществляет научное рецензирование («двустороннее слепое») всех поступающих в редакцию материалов с целью экспертной оценки.

Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. Рецензии хранятся в издательстве и редакции в течение 5 лет.

Редакция журнала направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ в публикации.

Редакция журнала направляет копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении соответствующего запроса.

Журнал придерживается стандартов редакционной этики в соответствии с международной практикой редактирования, рецензирования, издания и авторства научных публикаций и рекомендациями Комитета по этике научных публикаций.

Статьи, содержащие результаты диссертационных работ, публикуются вне очереди.

Плата за публикацию статей не взимается. Авторский гонорар не выплачивается. Автор статьи, разместивший материалы, получает печатный экземпляр журнала и дополнительную электронную версию статьи.

За достоверность информации, опубликованной в статьях и рекламных материалах, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации, ответственность несут авторы и рекламодатели. Точка зрения редакции может не совпадать с мнением авторов.

Журнал входит:
в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по группе специальностей 05.11.00 – приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы;
Международный справочник научных изданий Ulrichsweb Global Serials Directory;
Базы данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН)

Журнал индексируется и архивируется в:
Российской государственной библиотеке;
Российском индексе научного цитирования (РИНЦ);
электронной библиотеке «КиберЛенинка»

Журнал является членом Cross Ref.

Материалы журнала доступны по лицензии
Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная.



INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS OF THE JOURNAL

Journal «Measurement standards. Reference materials» until 2020 was published under the name «Reference materials».

«Measurement standards. Reference materials» has a thematic focus and publishes results of basic and applied research of specialists working in the sphere of metrology and interdisciplinary sciences related to the issues of reference materials on the territory of the Russian Federation and abroad.

Priority tasks and areas of the journal consist in creating an open platform for the exchange of scientific information reflecting scientific views, results and achievements of basic and applied research of specialists working in the sphere of metrology and interdisciplinary sciences related to the issues of reference materials, as well as promotion of issues related to reference materials as a technical, regulatory and guidance base necessary for assuring uniformity and accuracy of measurements, related to issues of development and implementation of new standards for units of physical quantities, as well as issues related to standard samples of the composition and properties of substances and materials in the Russian Federation and abroad.

The published materials correspond to the group of specialties:

05.11.00 – instrument making, metrology and information-measuring instruments and systems;

on the following topics:

- methods of chemical analysis (chemical and physico-chemical methods, atomic and molecular spectroscopy, chromatography, x-ray spectroscopy, mass spectrometry, nuclear-physical methods of analysis, etc.);
- analytical instruments;
- mathematical support for chemical analysis;
- metrological assurance of chemical analysis;
- creating new scientific, technical, regulatory and guidance solutions ensuring enhancement of product quality;
- conducting basic scientific research into discovery and use of new physical effects in order to create new and perfect existing measurement methods and instruments of the highest accuracy;
- perfecting the system of measurement uniformity assurance in the country;
- developing and implementing new state measurement standards of measurement units allowing to increase uniformity and accuracy of measurements considerably.

The journal accepts for publication editorials and original articles, analytical, scientific and research, scientific and methodological materials, as well as materials intended for consultation and information; translations of published articles from foreign journals (with the consent of the right holder for the translation and publication); reviews; commentaries and event reports.

Any author who submits a manuscript that has not been published before and that is not intended for simultaneous publication in other periodicals can be published in the journal irrespective of the author's place of residence, nationality and having an academic degree or not. Reception of articles for publication in the journal is implemented on an ongoing basis.

SECTIONS:

Editorial

- Scientific and methodological approaches, concepts

Original papers

- Development, production of reference materials
- Use of reference materials

- Measurement standards
- Comparisons of reference materials
- Modern methods of analyzing substances and materials

Guidance papers

Norms. Standards

International standards

Translations

Conference proceedings

Info. News. Events

For complex expert evaluation, all manuscripts undergo «double-blind» review.

All reviewers are acknowledged experts in areas they are responsible for. Reviews are stored in the publishing house and the editorial office for 5 years.

The editorial staff sends the authors of the submitted materials copies of reviews or a substantiated refusal.

The editorial staff of the journal forwards copies of reviews to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation by request.

The journal follows the standards of editorial ethics in line with the international practice of editing, reviewing, publishing, authorship of scientific publications and recommendations of the Committee on Publication Ethics.

Papers containing results of thesis works are published on a priority basis.

There is no publication or royalty fee.

An author who submitted a paper gets a printed version of the journal and an extra electronic version of the paper.

Authors and advertisers bear responsibility for the reliability of information in the published papers and advertising materials, as well as for the absence of data in the materials that are not subject to open publication.

The opinions expressed by authors in the journal do not necessarily reflect those of the editorial staff.

The journal is a part of the list of Russian reviewed scientific journals in which main scientific results of doctorate and candidate thesis works should be published.

International directory of scientific publications

Ulrichsweb Global Serials Directory;

The database of the All-Russian Institute for Scientific and Technical Information of the Russian Academy of Sciences (VINITI RAS)

The journal is indexed and archived in:

the Russian State Library

Russian Science Citation Index (RSCI)

electronic library «CyberLeninka»

The journal is a member of Cross Ref

The materials of the journal are available under
Creative Commons «Attribution» 4.0 license.



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

С целью повышения качества рукописей, публикуемых в журнале, и их соответствия международным требованиям, предъявляемым к научным публикациям, редакционная коллегия журнала просит авторов соблюдать правила, представленные ниже.

В журнале «Эталоны. Стандартные образцы» публикуются передовые и оригинальные статьи, материалы аналитического, научно-исследовательского, научно-методического, консультативного и информационного характера; переводы статей, опубликованных в зарубежных журналах (при согласии правообладателя на перевод и публикацию); обзоры; комментарии и отчеты о мероприятиях.

Не допускается направление в редакцию уже опубликованных статей или статей, отправленных на публикацию в другие журналы.

Мониторинг несанкционированного цитирования осуществляется с помощью системы «Антиплагиат».

Журнал приветствует статьи, имеющие потенциально высокий импакт-фактор и/или содержащие материал о значительных достижениях в указанных направлениях.

Условия опубликования статьи:

- представляемая для публикации статья должна быть ранее нигде не опубликованной, актуальной, обладать новизной, содержать постановку задач (проблем), описание основных результатов исследования, полученных автором, выводы;
- соответствовать правилам оформления, представленным ниже (а также на сайте журнала);
- с авторов плата за публикацию не взимается, авторское вознаграждение не выплачивается;
- статьи, содержащие результаты диссертационных работ, публикуются вне очереди.

Правила предоставления статьи:

- статья направляется в редакцию журнала по адресу: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4, УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им Д.И. Менделеева», главному редактору и на e-mail: uniim@uniim.ru;
- статья представляется в бумажном виде и на электронном носителе (по e-mail или на диске) в формате Microsoft Word. Бумажный вариант должен полностью соответствовать электронному;
- текст статьи тщательно вычитывается и подписывается автором(ами), который(е) несет(ут) ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала;
- при подаче статьи в редакцию автор соглашается с положениями лицензионного договора, размещенного на сайте журнала.

Правила оформления статьи:

При наборе статьи рекомендуется учитывать следующее:

1. Шрифт – Times New Roman, размер – 12 пт, межстрочный интервал – одинарный, форматирование – по ширине; все поля – по 20 мм, нумерация страниц обязательна. Объем статьи – до 20 страниц формата А4 (если статья превышает

этот объем, то редакция вправе публиковать статью частями, в 2 номерах). Особое внимание следует уделить качеству перевода метаданных статьи на английский язык. Желательно, чтобы перевод был выполнен носителем английского языка.

2. Необходимо указать УДК (<http://www.udk-codes.net>).

3. Заголовок статьи лаконично (не более 10 слов) и точно отражает содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования.

Приводится на русском и английском языках.

4. Аффiliation авторов. И.О.Ф. автора; полное наименование организации (сокращенное наименование организации), г. Город, Российская Федерация; ORCID; e-mail.

Очередность упоминания авторов напрямую зависит от их вклада в выполненную работу. Первым указывается автор, внесший наибольший вклад. При формировании перечня авторов необходимо соблюдать этические нормы соавторства, разработанные COPE (Committee on Publishing Ethics, <http://publicationethics.org>) (см. главу 4).

5. Аннотация на русском языке: выполняет функцию расширенного названия статьи и представляет ее содержание. Включает в себя основные разделы: Введение; Материалы и методы; Результаты исследования; Обсуждение и заключение.

Аннотация на английском языке, Abstract, информирует читателя об основных положениях статьи. Кратко обобщает исходные данные, цель, методы, результаты, выводы и область применения результатов всей работы. Abstract состоит из 200–250 слов. Abstract четко обозначает следующие составные части: Introduction; materials and methods; results; Discussion and Conclusion.

6. Ключевые слова (8–12 слов / фраз) являются поисковым образом научной статьи. В связи с этим они отражают основные положения, достижения, результаты, терминологию научного исследования. Приводятся на русском и английском языках.

7. Благодарности. В этом разделе упоминаются люди, помогавшие автору подготовить настоящую статью; организации, оказавшие финансовую поддержку. Хорошим тоном считается выражение благодарности анонимным рецензентам. Приводятся на русском и английском языках.

8. Основной текст статьи излагается на русском или английском языках и содержит следующие обязательные разделы:

1) Введение – постановка научной проблемы, ее актуальность, связь с важнейшими задачами, которые необходимо решить, значение для развития определенной отрасли науки или практической деятельности.

2) Обзор литературы. Описываются основные (последние по времени) исследования и публикации, на которые опирается автор; современные взгляды на проблему; трудности при разработке данной темы; выделение нерешенных вопросов в пределах общей проблемы, которым посвящена статья.

3) Материалы и методы. В данном разделе описываются процесс организации эксперимента, примененные методики, использованная аппаратура; даются подробные сведения об объекте исследования; указывается последовательность выполнения исследования и обосновывается выбор используемых методов (наблюдение, опрос, тестирование, эксперимент, лабораторный опыт и т. д.).

4) Результаты исследования. Это основной раздел, цель которого при помощи анализа, обобщения и разъяснения данных доказать рабочую гипотезу (гипотезы). Результаты исследования излагаются кратко, но при этом содержат достаточно информации для оценки сделанных выводов. Также обосновывается, почему для анализа были выбраны именно эти данные. Все названия, подписи и структурные элементы графиков, таблиц, схем и т. д. оформляются на русском и английском языках.

5) Обсуждение и заключение. В заключении суммируются результаты осмысления темы, делаются выводы, обобщения и рекомендации, вытекающие из работы, подчеркивается их практическая значимость, а также определяются основные направления для дальнейшего исследования в этой области.

6) Благодарности. В этом разделе упоминаются люди, помогавшие автору подготовить настоящую статью; организации, оказавшие финансовую поддержку. Хорошим тоном считается выражение благодарности анонимным рецензентам. Приводятся на русском и английском языках.

7) Вклад соавторов. В конец рукописи рекомендуется включить примечание, в котором разъясняется фактический вклад каждого соавтора в выполненную работу. Приводится на русском и английском языках.

9. Библиографическое описание документов оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5–2008. Ссылаться нужно в первую очередь на оригинальные источники из научных журналов, включенных в глобальные индексы цитирования. Желательно использовать 20–40 источников. Из них

за последние 3 года – не менее 50 %, иностранных – не менее пяти источников, самоцитирование – не более трех источников. Следует указать DOI или адрес доступа в сети «Интернет». Оформляется на русском и английском языках.

10. Аффилиация авторов. Ф.И.О. (полное), ученое звание, должность, организация(-и), адрес организации(-й) (требуется указать все места работы автора, в которых выполнялись исследования (постоянное место, место выполнения проекта и др.)), ORCID, электронная почта, телефон, почтовый адрес для отправки авторского экземпляра. Приводится на русском и английском языках.

Правила рецензирования статьи

В журнале «Эталоны. Стандартные образцы» принято «двойное слепое» (рецензент и автор не знают имен друг друга) рецензирование статей. Рецензент на основании анализа статьи принимает решение рекомендовать статью к публикации (без доработки или с доработкой) или статью отклонить. В случае несогласия автора статьи с замечаниями рецензента его мотивированное заявление рассматривается редакционной коллегией.

Политика редакции

Политика редакционной коллегии журнала базируется на современных юридических требованиях в отношении клеветы, авторского права, законности и плагиата, поддерживает Кодекс этики научных публикаций, сформулированный Комитетом по этике научных публикаций, и строится с учетом этических норм работы редакторов и издателей, закрепленных в Кодексе поведения и руководящих принципах наилучшей практики для редактора журнала и Кодексе поведения для издателя журнала, разработанных Комитетом по публикационной этике (COPE).

Допускается свободное воспроизведение материалов журнала в личных целях и свободное использование в информационных, научных, учебных и культурных целях в соответствии со ст. 1273 и 1274 гл. 70 ч. IV Гражданского кодекса РФ и лицензией Creative Commons CC BY 4.0. Иные виды использования возможны только после заключения соответствующих письменных соглашений с правообладателем.

Электронные версии статей размещаются на сайтах: журнала «Эталоны. Стандартные образцы», Российской государственной библиотеки, Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, электронной библиотеки «КиберЛенинка».

Журнал распространяется платно по подписке в редакции или через подписные агентства.

Технический секретарь: Тараева Наталия Сергеевна, тел.: +7 (343) 350-72-42,

e-mail: taraeva@uniim.ru, uniim@uniim.ru

www.rmjournal.ru

© «Эталоны. Стандартные образцы», 2020

INFORMATION FOR AUTHORS

In order to improve the quality of manuscripts published in the journal and their compliance to the international requirements set for scientific publications, the editorial board of the journal asks the authors to observe the rules provided below.

The journal «Measurement standards. Reference materials» publishes editorials and original articles, analytical, scientific and research, scientific and methodological materials, as well as materials intended for consultation and information; translations of published articles from foreign journals (with the consent of the right holder for the translation and publication); reviews; commentaries and event reports.

Submission of a paper that has been previously published or submitted for publication to other journals is not permitted.

Monitoring of unauthorized citations is provided by «Anti-plagiarism» service.

The journal gives preference to the articles with potentially high impact factor and/or containing significant advances in the indicated areas of science.

Conditions for paper publication:

- the paper submitted for publication must not have been previously published, must be relevant, have a new element, a problem statement, description of main results of the study, obtained by the author, conclusions;
- the paper submitted for publication must comply with the rules of formatting given below or on the website of the journal;
- there is no publication or royalty fee;
- papers containing results of thesis works are published on a priority basis.

Paper submission rules:

- the paper is submitted to the editorial office of the journal to the address: for Chief Editor «UNIIM – Affiliated Branch of the D.I. Mendeleev Institute for Metrology», 4 Krasnoarmeyskaya St., Ekaterinburg, 620075, the Russian Federation, or for Executive Secretary by e-mail: taraeva@uniim.ru;
- the paper is submitted in paper form and on electronic media (via e-mail or on disc) Microsoft Word format. The paper version must fully match the electronic version;
- the text of the paper must be proofread thoroughly and signed by the author(s) who is(are) responsible for the scientific and theoretical level of the material being published;
- upon submission of the paper to the editorial staff, the author accepts provisions of the license contract posted on the website of the journal.

Paper formatting rules:

The following points should be taken into consideration when typing the paper:

1. Font – Times New Roman, 12-point font size, line spacing – single line, indenting – justified; all margins – 20 mm each, page numbering is required. The paper shouldn't exceed the volume of 20 A4 pages (if the paper exceeds this limit, the editorial staff has the right to divide the paper for publication in two issues).
2. The title of the paper should be short (not more than

10 words) and informative and should cover the paper contents, the subject-matter and results of the conducted scientific study. The title is to be provided in Russian and English.

3. Affiliation of authors. Full name of the author; full name of the organization (abbreviation for the organization), town/city, the Russian Federation; ORCID; e-mail.

4. The order in which authors are mentioned depends directly on their contribution to the performed work. The first to be indicated is the author who has made the largest contribution. When making a list of authors, it is necessary to comply with ethical standards pertaining to co-authorship norms established by COPE (the Committee on Publication Ethics, <http://publicationethics.org>) (see Chapter 4).

5. The Abstract in English (hereinafter referred to as Abstract) informs the reader about main provisions of the article. The abstract states briefly the input data, the aim, methods, results, conclusions and the field of application for the results of the whole work. The Abstract consists of 200–250 words. It consists of 4 distinct parts: *Introduction; materials and methods; results; Discussion and Conclusions*.

6. Keywords (8–12 words/phrases) constitute the searchcase of a scientific paper. For this reason, they should reflect basic statements, achievements, results and terminology of the study. They are to be provided in Russian and English.

7. Acknowledgements. This section should contain a reference to people who helped the author to prepare the present paper, organizations that provided financial support. It is considered good form to express gratitude to anonymous reviewers. The acknowledgements are to be provided in Russian and English.

8. The main body of the article should be presented in Russian or in English and contains the following compulsory sections:

1) Introduction is a definition of the scientific problem, its relevance, its connection with the chief tasks to be solved, its importance for the development of a definite area of science or for practical activities.

2) Literature review. It is necessary to describe the principal (most recent) studies and publications relied upon by the author; modern views on the issue; difficulties in the development of the subject; the allotment of the outstanding issues within the general problem of the article.

3) Materials and methods. This section describes the process of the experiment, procedures and equipment used; provides detailed information about the object of research; indicates the sequence of conducting research and justifies the choice of the methods used (observation, survey, test, experiment, laboratory test, etc.).

4) Results. This is the main section, which aims to prove a working hypothesis (or hypotheses) by analysis, synthesis and data clarification. The study results should be presented briefly, but at the same time contain enough information for the evaluation of conclusions made by the author. The choice of these data should be justified as well. All titles, signatures, and structural elements of graphs, tables, charts etc. should be in Russian and in English.

5) Discussion and conclusion. The conclusion contains results of reflection on the given topic, generalizations and recommendations resulting from the work, their practical significance is emphasized. Also, main directions for further research in this area are indicated.

6) Acknowledgements. This section should contain a reference to people who helped the author to prepare the present paper, organizations that provided financial support. It is considered good form to express gratitude to anonymous reviewers. The acknowledgements are to be provided in Russian and English.

7) Authors' contributions. At the end of the manuscript, authors should explain in the notes the actual contribution of each co-author to the work performed. It is to be provided in Russian and English.

9. Bibliography entries for documents should be drawn up according to GOST R 7.0.5–2008.

One should primarily refer to original sources from scientific journals included into global citation indexes.

It is advisable to refer to 20–40 sources. Out of them: not less than 50% must be published within the past 3 years, not less than 5 sources should be foreign and not more than 5 sources should be self-citations. DOI or URL should be indicated. The bibliography is to be provided in Russian and English.

10. Affiliation of authors. Full name, academic title, position held, the name of the organization(s), the address of the organization(s)

(all the places where the author's study was conducted are to be indicated (permanent place, place where the project took place, etc.)), ORCID ID, e-mail, phone number, postal address for delivery of the author's copy. This information is to be provided in Russian and English.

Paper review rules

The journal «Measurement standards. Reference Materials» uses double-blind review (the reviewer and the author do not know each other's names).

A reviewer analyses an article and decides whether to recommend it for publication (after revision of without it), or to refuse it. In case of noncompliance of the author with the comment of the reviewer, his motivated statement is considered by the editorial board.

Editorial Staff policy

The Editorial Staff's policy is based on modern legal requirements concerning libel, copyright, legitimacy, plagiarism and supports Academic Periodicals Ethical Codex stated by the Committee on Publication Ethics and it is formed taking into account standards of ethics of editors' and publishers' work established by Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors and Code of Conduct for Journal Publishers, developed by the Committee on Publication Ethics (COPE).

Free recall of journal's material is allowed for personal purposes. Free use is permitted for informational, academic, educational and cultural purposes in compliance with paragraphs 1273 and 1274 of chapter 70, part IV of Civil Codex of Russia and license Creative Commons CC BY4.0. Other types of use are possible only after making agreements in writing with the copyright holder.

Electronic versions of papers are posted on the websites of the journal «Measurement standards.Reference materials»; the Russian State Library; the Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU; the Electronic Library CyberLeninka.

The journal is distributed by paid subscription at the editorial office or through subscription agencies.

Executive Secretary – Natalia S. Taraeva,

tel.: +7 (343) 350-72-42,

e-mail: taraeva@uniim.ru, uniim@uniim.ru

www.rmjournal.ru

© «Measurement standards.Reference materials», 2020



РЕЛЕМАТИКА

Традиции. Надежность. Инновации.

Релематика

TOP 3

Устройства РЗА серии TOP 200 и TOP 300 с функцией телеизмерения



Внесены в Государственный
Реестр **Средств Измерений**



Межповерочный интервал
до **8 лет**



Сбор и передача данных
в **ССПИ** и **АСУ**



Подключение МУ и оптических
трансформаторов тока и
напряжения по протоколу
МЭК 61850-9-2



Россия, 428020, г. Чебоксары,
пр. И. Яковлева, 1

тел./факс: 8(8352) 240-650
e-mail: info@relematika.ru

www.relematika.ru



